

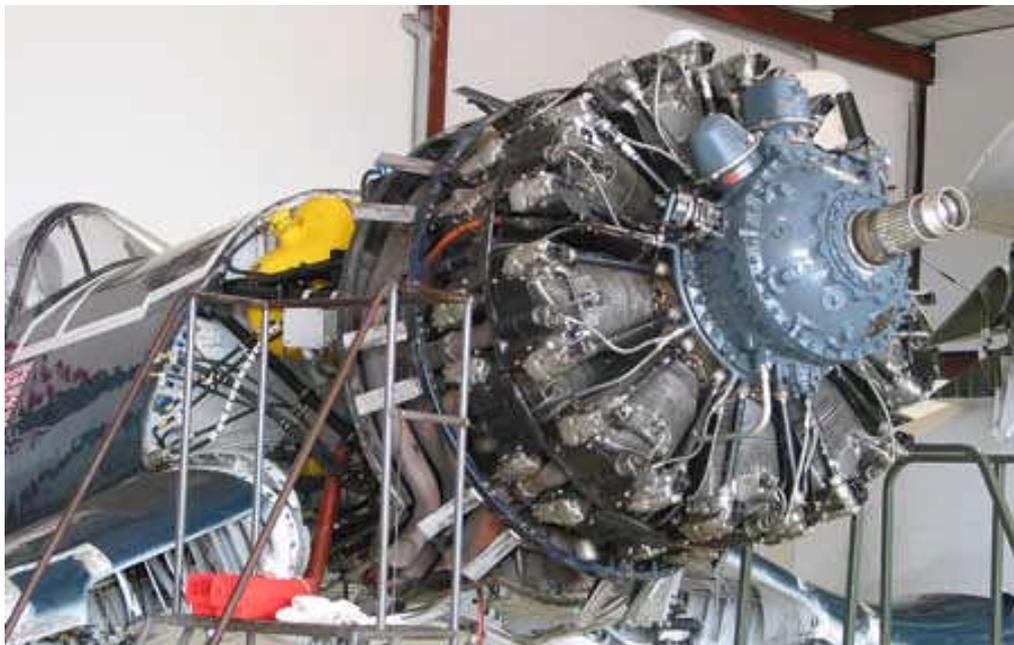


# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperus.com/>

## Motores Alternativos (II)

Por Gizmo



Motor en doble estrella de un F4U Corsair

### **Componentes de un motor alternativo**

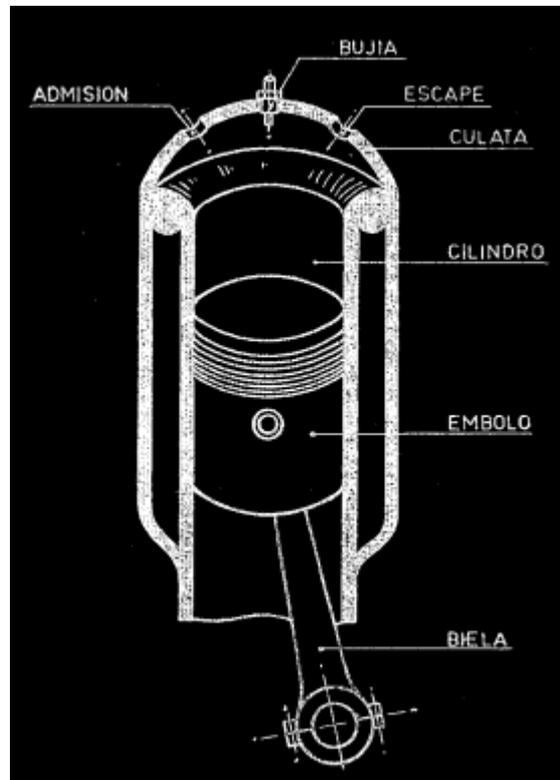
Antes de intentar explicar como funciona un motor, vamos a dividirlo en trozos y vamos a ver la utilidad de cada uno de ellos...



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

## Cilindros-Pistón (émbolo)



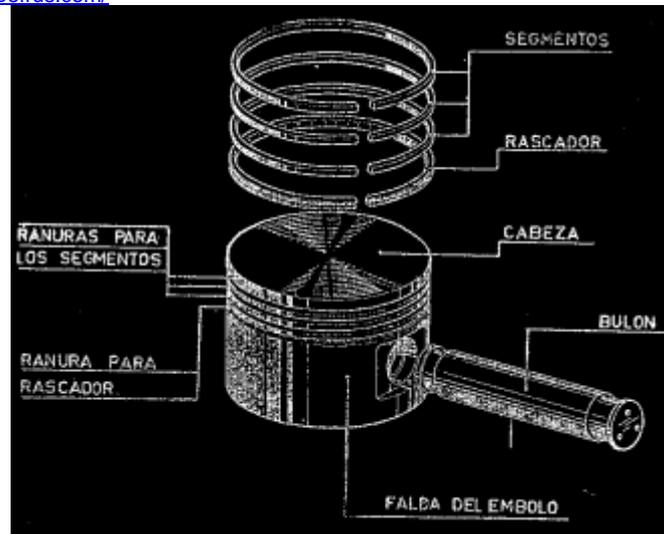
Es el recipiente en el que se realiza la explosión de la mezcla. Al tener una pared móvil (pistón), el aumento de presión que produce la explosión en el interior hace que esta pared móvil adquiera un movimiento rectilíneo. Es decir, al quemar la mezcla, los gases aumentan violentamente de volumen, y al aumentar éste hace que el pistón se desplace a lo largo del cilindro.

Culata: Como se ve en la imagen, existen una o más válvulas de admisión, donde es inyectada la mezcla combustible-comburente. Esta mezcla es encendida por la bujía, en el caso de los motores de gasolina, o se enciende por la presión y el calor generados en la compresión de la mezcla, en el caso de los motores diesel.



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>



El pistón es el elemento mecánico que se desplaza por la expansión de los gases. Las partes que lo componen pueden verse en el diagrama superior. La cabeza del émbolo forma la “pared móvil” del cilindro. En el bulón se articula la biela, que transformará el movimiento de va-y-ven del pistón en uno rotatorio en el cigüeñal, y los segmentos sirven para asegurar la estanqueidad entre las paredes del cilindro y el pistón. Dentro de ellos podremos tener algunos que además de cumplir esta función, cumplan otras adicionales: los engrasadores tendrán orificios para permitir la llegada de aceite lubricante a las paredes del cilindro, y establecer una minúscula capa de aceite en ella, mientras que los segmentos rascadores se encargan de recoger esta “alfombra” de aceite, que lubrica el movimiento.

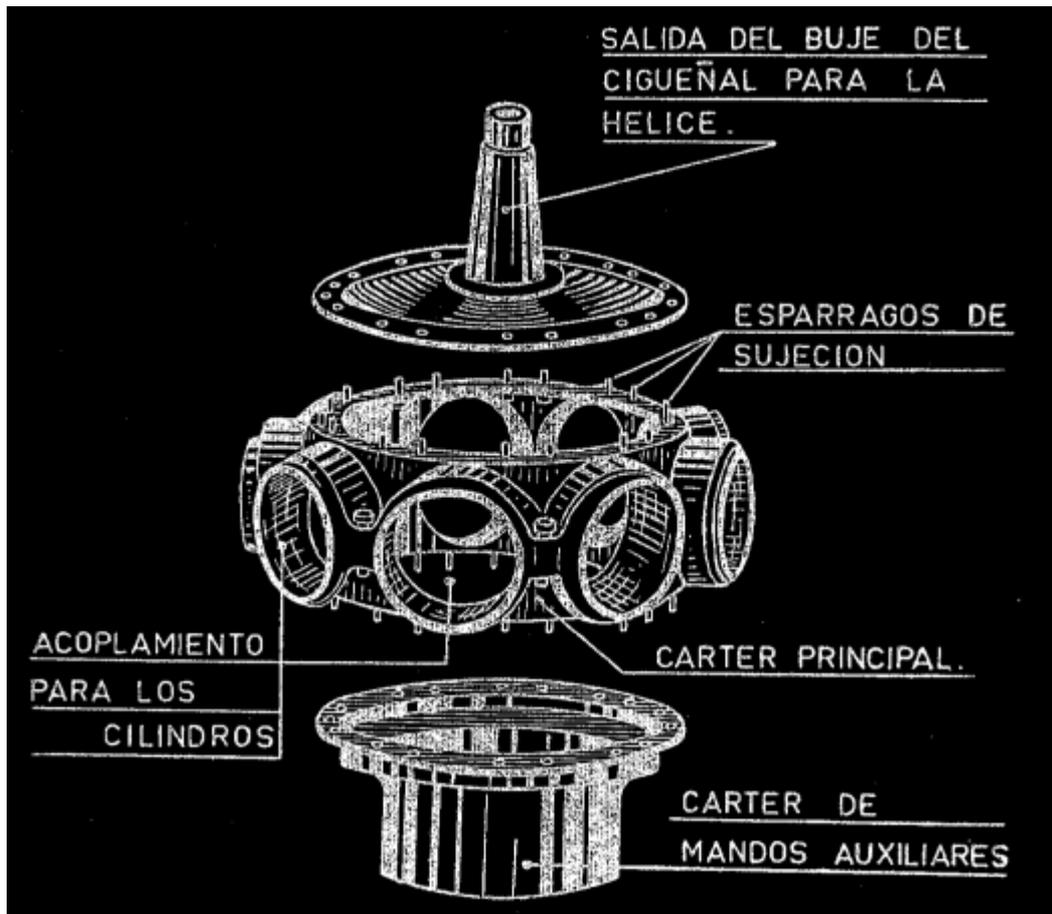
Los materiales de construcción de ambos han variado mucho, desde la fundición, aceros especiales y aleaciones ligeras.



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

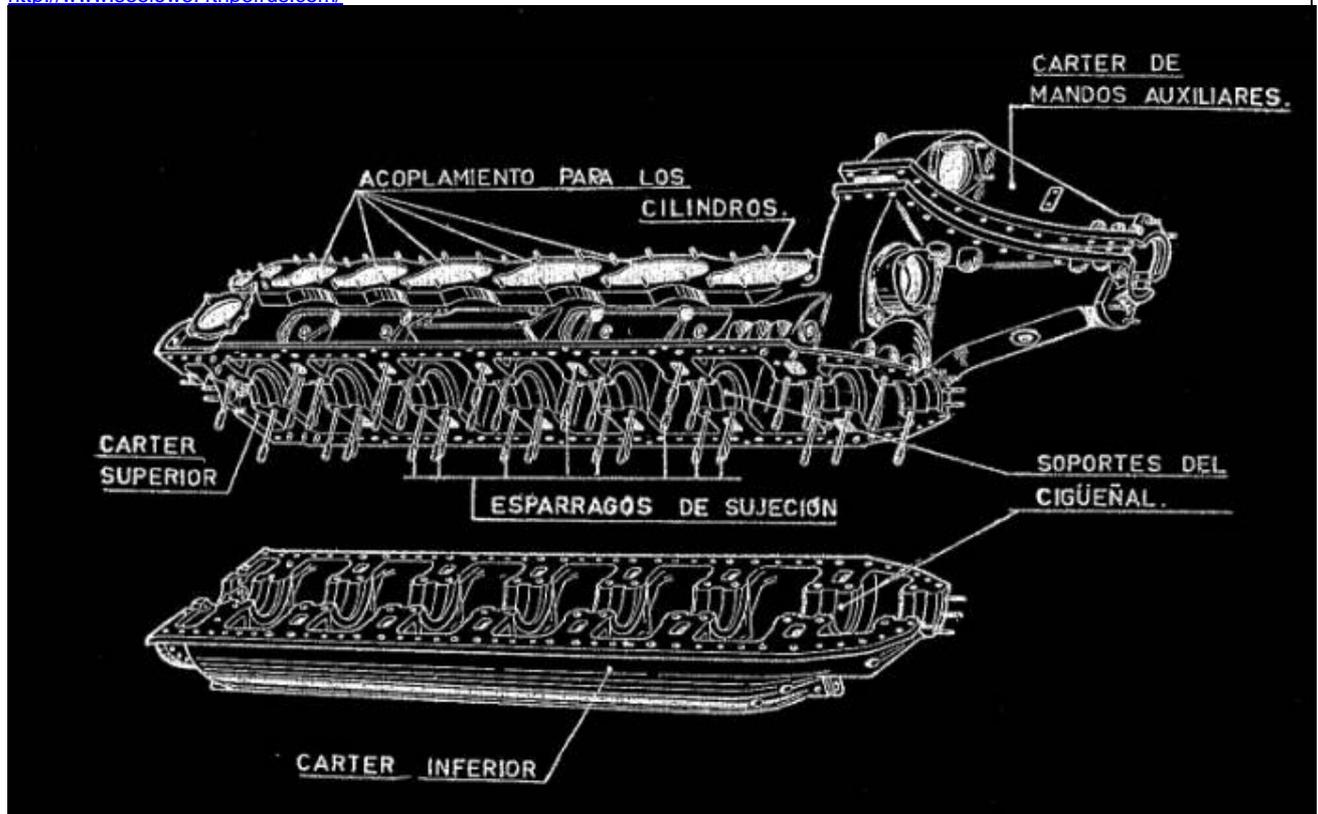
## Cárter





# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>



Cárter de un motor en estrella y de uno lineal

Los cilindros están montados en el cárter, que es la pieza principal del motor, y a la que se unen todas las demás. En los motores en línea se suelen diferenciar 3 partes: cárter superior (o de reductor), cárter inferior (o de potencia) cárter auxiliar (o de accesorios). En los motores radiales la disposición es similar. Podemos ver ambas en las imágenes.

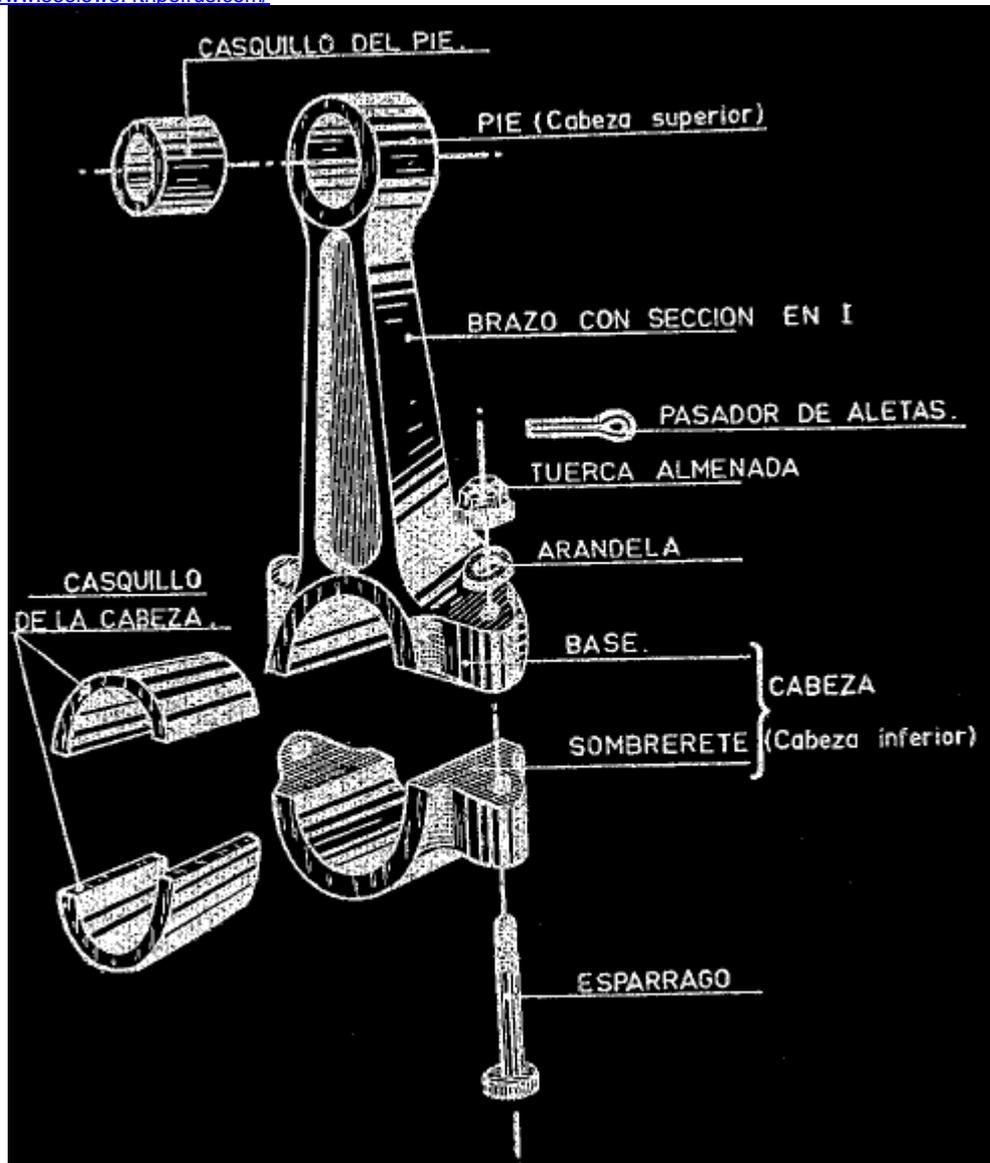
## **Bielas**

Como ya fue comentado, la biela está articulada en el émbolo en el bulón, y va unida a su vez a la muñequilla del cigüeñal. Su misión es transmitir el movimiento del émbolo al cigüeñal, convirtiéndolo junto con el cigüeñal de un movimiento rectilíneo alternativo en uno circular (mecanismo de biela-manivela).



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>



El brazo de la biela suele aligerarse (por eso la de la imagen tiene sección en I, en lugar de rectangular) con varios fines: produce bielas más ligeras y reduce las cargas producidas por la inercia del movimiento.

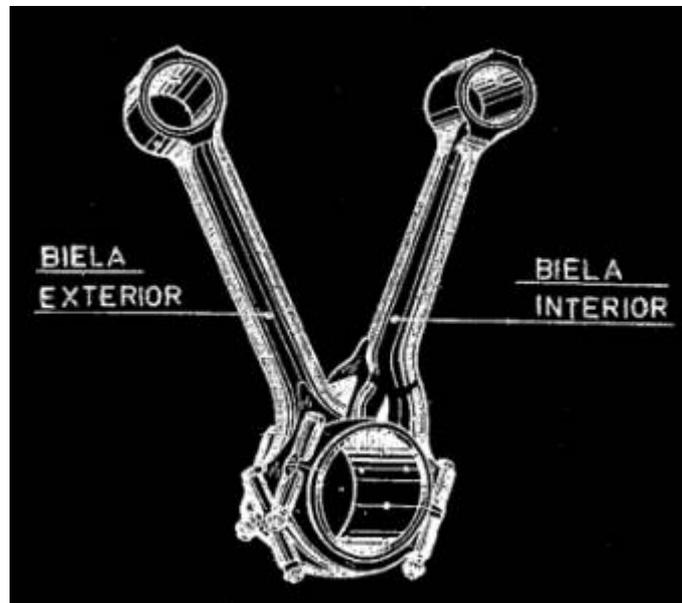
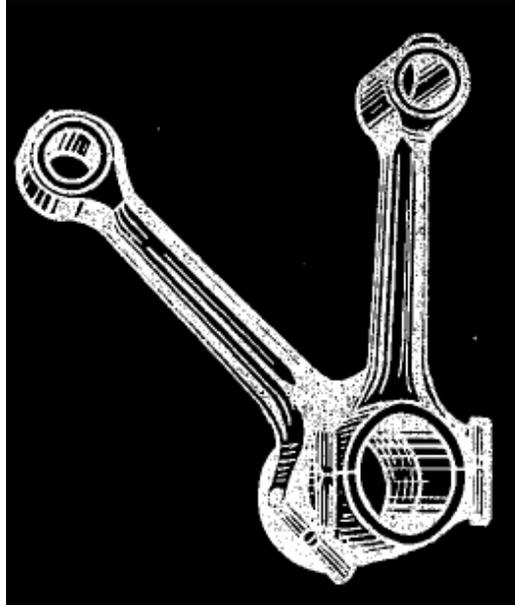
En los extremos del brazo encontramos la cabeza y el pié, o cabeza inferior y superior. El pié o cabeza superior se unen al bulón del émbolo, y la inferior a la muñequilla del cigüeñal. Los casquillos (de bronce u otro material antifricción) se emplean para reducir la fricción entre una pieza y otra. La cabeza de la biela está dividida en dos partes, la base, que forma una sola pieza junto con el brazo, y el sombrerete, que se une a la primera mediante espárragos y tuercas.



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

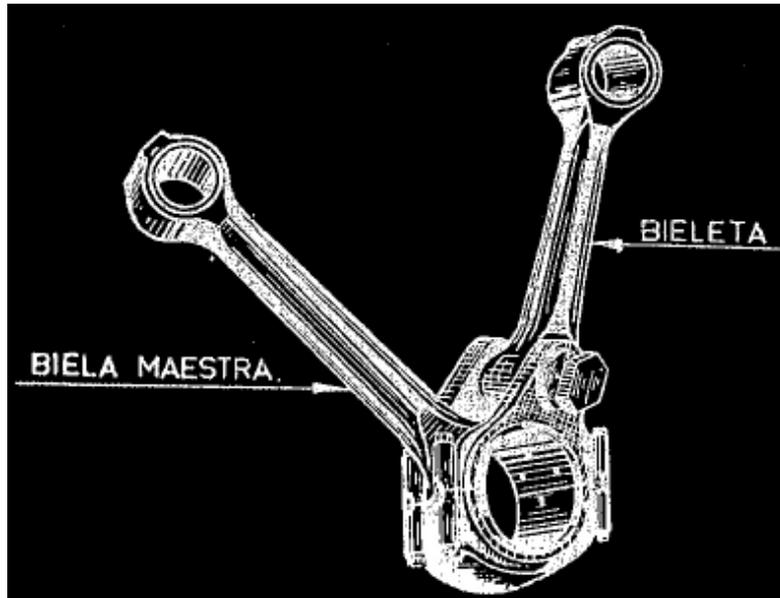
En los motores lineales, cada biela se une a una muñequilla del cigüeñal. En otros tipos de motores se recurren a distintas soluciones:



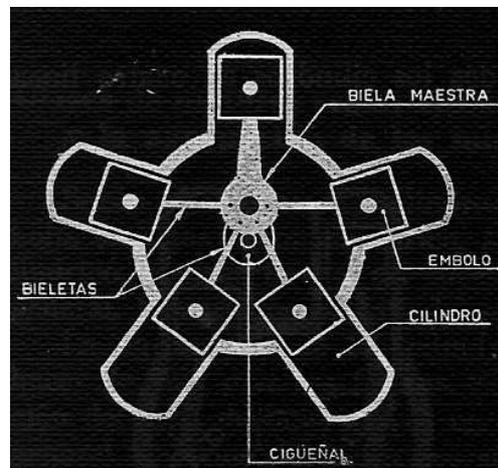


# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>



Dos bielas acopladas juntas, biela interior y exterior, biela maestra y bieleta



Biela maestra y bieletas en motor radial

Dos bielas idénticas, lado a lado, acopladas en el mismo codo o bien una biela exterior (con forma de tenedor) y otra interior unidas al mismo codo son soluciones típicas adoptadas para motores en V. La solución de biela-bieleta es típica en motores en V y radiales.



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

## Cigüeñal

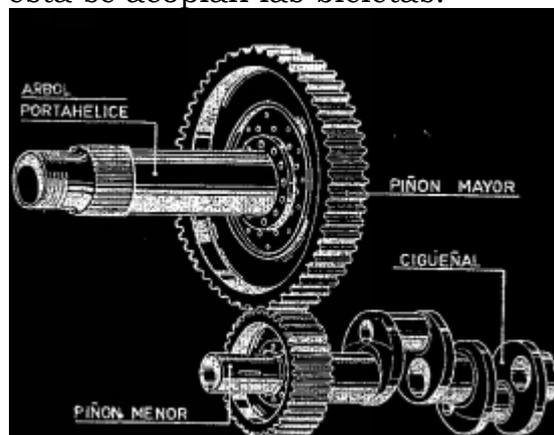
En mecánica se define “árbol” como todo aquél trasto que gira sobre sí mismo y arrastra en su movimiento a otras piezas, a las que obliga a girar. Después de esto, podemos decir que el cigüeñal es un árbol acodado.



Las bielas se unen al cigüeñal en cada codo, por la cabeza, formando un sistema de biela-manivela. El cigüeñal se apoya sobre el cárter, o mejor dicho, en los cojinetes situados en él. El volante de inercia cumple la función de homogeneizar el giro del cigüeñal. El movimiento del cigüeñal no se transmite directamente al eje de la hélice, si no que va acoplado a un reductor, con un sistema de engranajes que adecua la velocidad de salida a la requerida en la hélice.

Los motores en H tienen dos cigüeñales, acoplados a un solo reductor. Son algo así como dos motores lineales, moviendo sendos cigüeñales, y acoplados ambos al mismo reductor (o caja reductora).

En los motores radiales el cigüeñal tiene un solo codo, al que se une la biela maestra, y a ésta se acoplan las bieletas.



Caja reductora de un engranaje

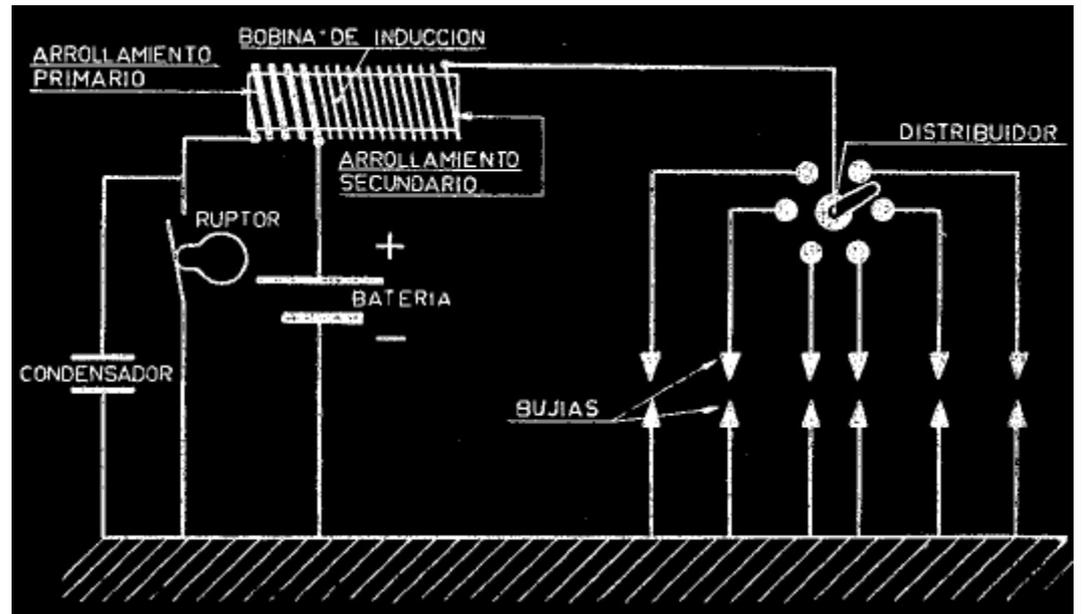
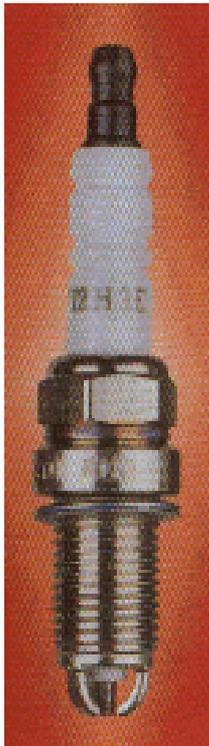


# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

## Sistema de encendido

Debido a que el motor de ciclo diesel apenas se empleó en aviación, nos ocuparemos aquí solo del sistema de encendido por bujías, empleado en los motores de gasolina.



La combustión de la mezcla la realiza en este tipo de motor la chispa producida por la bujía. La bujía esta formada por un electrodo central y uno o mas electodos “de masa”, entre los que se produce una chispa, por la poca separación existente entre ellos, cuando una corriente de alto voltaje está aplicada a ellos. Ambos electodos están aislados por una envoltura aislante de porcelana.

Podemos distinguir dos tipos de encendidos, por magneto y por batería, siendo ambos muy similares.

En el encendido por batería, la corriente eléctrica la produce una batería acumuladora. Su tensión es aumentada mediante unas bobinas de inducción (arrollamiento primario y secundario, es decir, un transformador). Puesto que los transformadores solo funcionan con corriente alterna, y la batería nos proporciona corriente continua, el ruptor hace que el suministro de corriente eléctrica sea “a pulsos”, para que el transformador funcione. Conectado en paralelo al ruptor



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

encontramos un condensador, para evitar que salten chispas entre los extremos del primero.

El distribuidor o “delco” es un interruptor giratorio, dando paso a la corriente eléctrica proveniente de la bobina a cada una de las bujías, de modo cíclico, en su movimiento rotatorio.

El sistema por magneto sustituye la batería por una magneto. Es un sistema más ligero y fiable que el de batería, empleándose dos magnetos en cada motor, por motivos de seguridad.

---

## Sistema de lubricación

Por muy pulidas que se encuentren dos superficies metálicas, si se encuentran en movimiento relativo la una respecto a la otra, siempre se producirá fricción, y por tanto desgaste y calor. Esa es la misión del sistema de lubricación, interponer una delgadísima capa de lubricante entre las superficies rozantes, para reducir la fricción y, al ser un fluido en circulación, cumple además la misión de evacuar el calor producido en la zona, refrigerando ambas piezas.

Para llevar a cabo la lubricación existen varios métodos, pudiendo clasificarlos de forma general en:

- A presión. El lubricante se conduce a las distintas partes a través de conductos, por una bomba. Siempre antes de la bomba se sitúa un filtro, para purificar el aceite tras su recorrido por el motor. También este circuito hidráulico puede incorporar radiadores para enfriar el aceite.
- Por Barboteo. El cigüeñal se mueve de tal modo que en su giro “salpica” con el aceite que se encuentra en el cárter inferior, generando una neblina aceitosa que lubrica todo el motor. Este sistema está prácticamente en desuso, por su baja efectividad, y por variar ésta en función de la actitud del avión (pensemos por ejemplo en las diversas actitudes que adopta un caza o un avión acrobático).
- Cárter seco. Este caso es similar al de presión, pero el aceite no va contenido en el cárter inferior (típico en automoción), si no en depósitos.

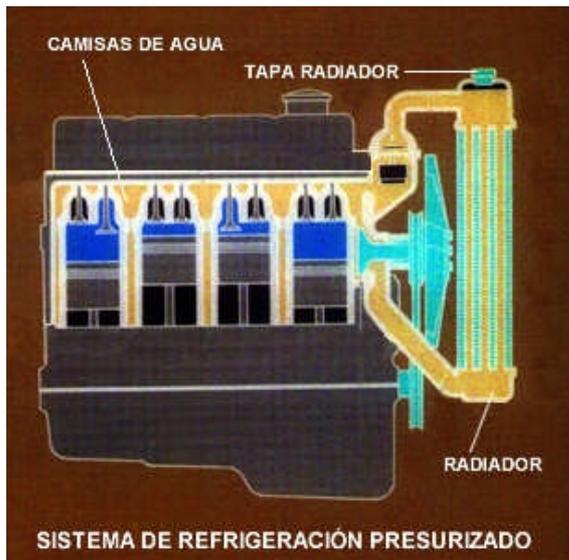


# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperus.com/>

## Sistema de refrigeración

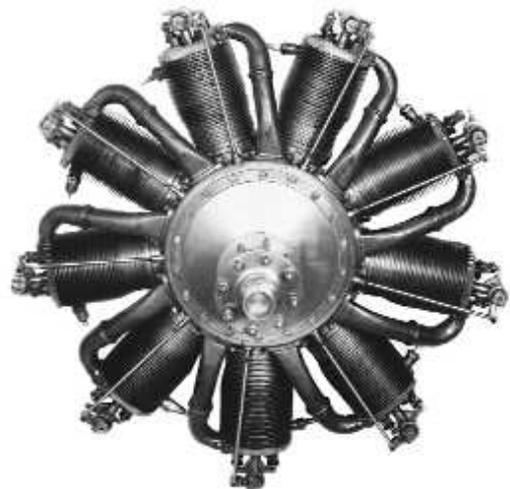
Teniendo en cuenta que el motor funciona con explosiones de mezcla, se produce mucho calor y hay que evacuarlo de algún modo. De aquí la necesidad inherente de un sistema de refrigeración. Se pueden utilizar dos sistemas:



- Refrigerado por líquido. La base es relativamente simple. Una bomba garantiza que el líquido refrigerante se encuentra en movimiento por todo el circuito, circulando por todos los elementos que necesitan refrigeración. Existe un intercambiador de calor (habitualmente radiadores, aunque hubo algún sistema más innovador como el empleado

en el He100, que no llegó a cuajar definitivamente), en el que el agua cede su calor a otro medio y vuelve a la bomba. Su principal inconveniente es el gran peso que añade al aparato. La ventaja es el poder carenarlos aerodinámicamente de una forma muy simple, sin ofrecer gran resistencia, y situar el radiador donde más convenga. Comentar a modo casi anecdótico, que también se usó un sistema de refrigeración “por gravedad”, sin bomba alguna. La alimentación del circuito se debía gracias a la posición del depósito del agua.

- La refrigeración por aire, durante la segunda guerra mundial, en un principio se desechó, por poseer estos motores una gran superficie





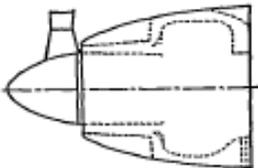
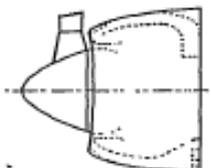
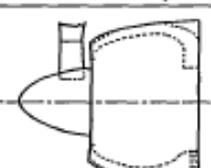
# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperus.com/>

frontal y causar gran resistencia aerodinámica. Sin embargo, dado a que ofrecen la gran ventaja de su poco peso, y de no averiarse si una bala roza algún tubo y empieza a perder refrigerante, les hacían ser una apuesta muy interesante. Finalmente hubo grandes cazas equipados con motores radiales, y muchos bombarderos y otros tipos de aparatos. Entre los cazas, caben destacar el Zero, el P47 o el Fw190, con unos magníficos carenados (la NACA estuvo estudiando los carenados y sistemas de refrigeración para este tipo de motores intensamente). Como puede verse (o intuirse) los cilindros de los motores refrigerados por aire tienen una serie de aletas. Su misión es aumentar la superficie de intercambio de calor. Este tipo de refrigeración es la que se emplea para los motores en estrella, aunque existen algunos motores lineales refrigerados por aire.

REPORT NO. 771—NATIONAL ADVISORY COMMITTEE FOR AERONAUTICS

TABLE I.—COWLINGS TESTED ON XP-42 AIRPLANE

Configuration	Cowling designation	Test number		Accessories	Maximum speed at 1,000 horsepower at 14,500 feet (mph) (*)	Cooling-air pressure recovery, p./p.		
		High speed	Climb			At high speed	In climb	
							At 140 mph indicated airspeed	At 155 mph indicated airspeed
	D <sub>1</sub>	1	2	Cuffs A.....	344	0.83	0.86	0.83
	D <sub>0.4</sub>	3	16	Cuffs B.....	339	.80	.79	.70
		16B	16A	None.....	340	.74	.02	.02
	D <sub>0.1</sub>	4	6	Fan, cuffs 1.....	338	.87	1.02	.95
		8	9	Fan only.....	340	.84	.96	.96
		11	10	None.....	344	.75	.74	.76
		12	13	Cuffs 1 only.....	340	.80	.86	.81
		15	14	Cuffs 2 only.....	343	.77	.84	.82
	C	18*	17	Spinner and cuffs....	336	.69	.68	.68
		19	20	Cuffs only.....	338	.74	.68	.69
		23	21	None.....	333	.74	.67	.68

\* With cooling-air pressure drop of 16 inches of water.

El que quiera más información sobre los estudios NACA, aún puede bajarse de su servidor el informe correspondiente. NACA Report NO. 771

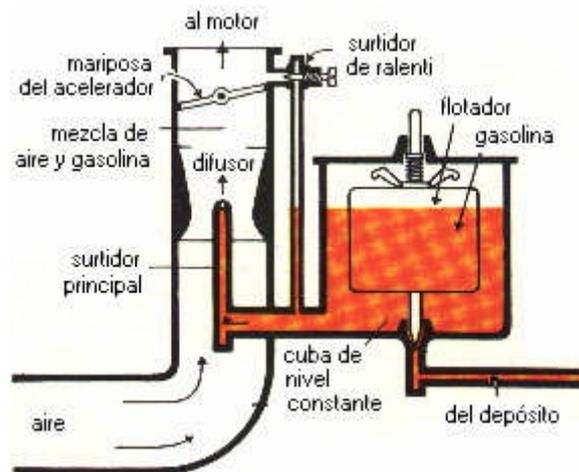


# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

## Sistema de alimentación

- Por carburador: el carburador mezcla el aire con el combustible, y se calibra de tal modo que esta mezcla proporcione una cantidad de oxígeno lo más parecida a la ideal según lo que nos dice la química (estequiometría de la combustión). La entrada del aire conduce hasta un tubo venturi (tubo convergente-divergente) en el que se encuentra un difusor, al que llega la gasolina. La forma del tubo de venturi hace que se cree una depresión y por tanto la gasolina sea succionada del difusor, produciéndose la mezcla de gasolina y aire. La mariposa es la que permite variar el paso de mezcla al motor, para adecuar el funcionamiento de este a la carga que se le requiere.



Carburador simple

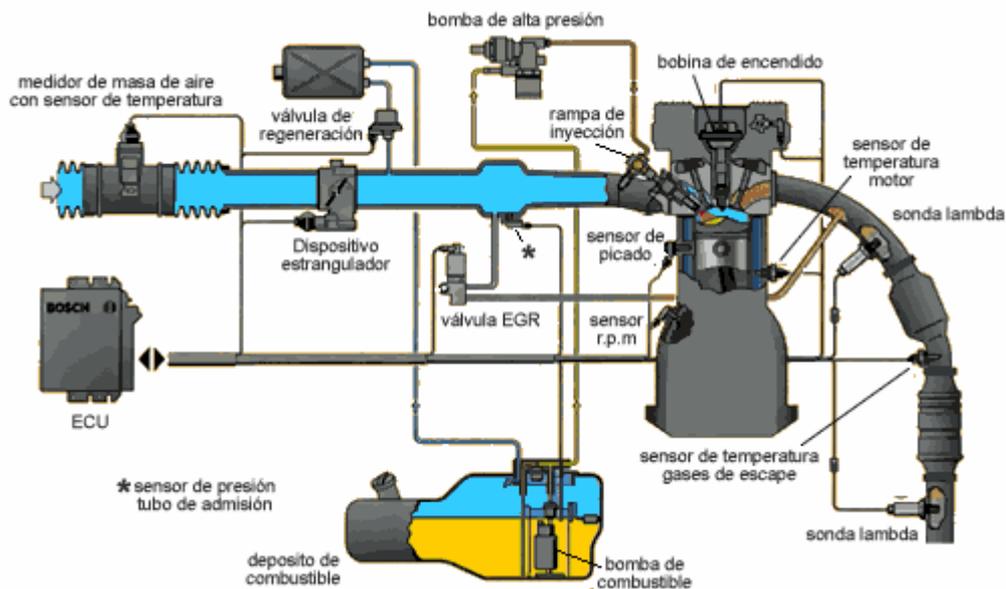
- El sistema de inyección directa realiza la mezcla dentro del cilindro. Para ello sustituye el carburador por la bomba de inyección y los inyectores. La bomba de inyección envía el combustible a los inyectores, en la medida y presión necesaria. Suele llevar un regulador de consumo, que asegura una mezcla lo más similar a la que nos da la relación estequiométrica. Los inyectores introducen la gasolina en el cilindro en la fase de admisión. Esto se realiza de forma simultánea a la entrada de aire al cilindro, produciéndose la mezcla. Este sistema elimina los inconvenientes del carburador, y suministra combustible



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

independientemente de la actitud del avión (recordemos los combates entre los primeros modelos de Spitfire –hasta el MkIX- y Fw190)



Sistema de inyección moderno en un motor de automóvil

## Sobrealimentación

Que el motor alternativo es un “trasto” que necesita aire para poder funcionar (no así los motores cohete, que pueden funcionar en ausencia de atmósfera, pues llevan consigo el comburente) es algo que tenemos en mente. Ahora, la densidad del aire varía con la altitud de vuelo, y con la temperatura a la que se encuentre el aire a dicha altitud. Cuanto menor es la densidad del aire, menor es el rendimiento del motor, y menor potencia da. Para solucionarlo nació la sobrealimentación, acompañada en ocasiones de intercambiadores de calor. La sobrealimentación consiste en situar un compresor (bien mecánico, bien por una turbina movida por los gases de escape –turbo o turbocompresor-), que comprima el aire (aumente su densidad) antes de realizar la mezcla. Al comprimir el aire éste aumenta algo de temperatura. Por ello en ocasiones se sitúa a continuación del compresor un intercambiador de calor (*intercooler*), que enfría el aire, aumentando aún más su densidad. Con éste método se consiguen motores más potentes a igualdad de altitud, y en comparación con un



# SANDGLASS PATROL

<http://www.seelowe.4thperrus.com/>

motor sin sobrealimentar (pero con mayor consumo), y/o mayores techos prácticos para el avión.

---

## **Bibliografía**

- *Manual de automóviles*, Arias-Paz
- *Nociones Tecnología Aeronáutica*, F. De la Malla , editorial Dossat (2ª edición, 1963)