

El Turbocompresor y su Mantenimiento

por Ing. Omar Linares O.

Este artículo explica la función y cuidado del turbocompresor del motor a combustión interna. Este es el Boletín # 25 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales.

Todos los boletines están disponibles en formato Acrobat pdf en <http://www.widman.biz>

Ante la necesidad de mantener y mejorar la eficiencia del motor (potencia) en lugares predominantemente altos donde en nivel de oxígeno y la presión son bajos surge la necesidad de compensar estas dos variables externas para el motor.

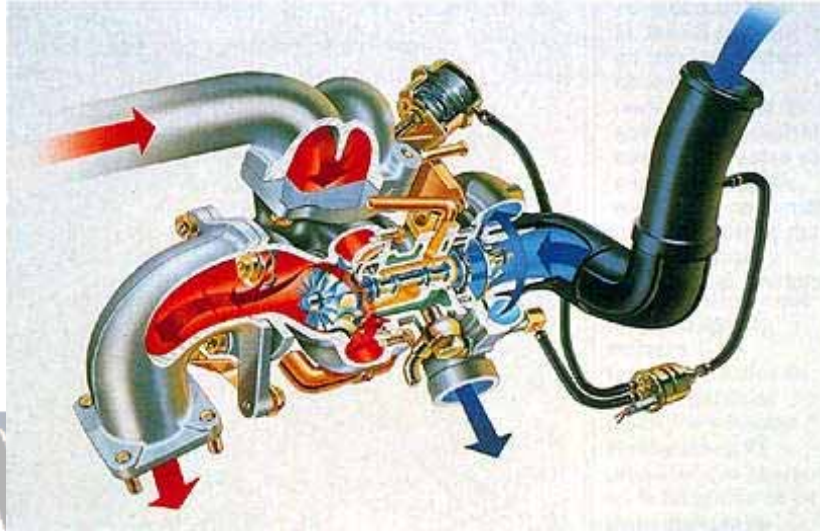
El turbocompresor podría definirse como un “aparato soplador” o compresor de aire movido por una turbina. Se puede considerar que está formado por tres cuerpos: el de la turbina, el de los cojinetes o central y el del compresor, van acoplados a ambos lados de los cojinetes.

Así, en uno de los lados del eje central del turbo van acoplados los álabes de la turbina, y en el otro extremo los álabes del compresor. Los gases de escape, al salir con velocidad hacen que giren los álabes de la turbina a elevadas velocidades, y ésta, a través del eje central, hace girar el compresor que, a su vez, impulsa el aire a presión hacia las cámaras de combustión.

Tanto los álabes de la turbina como los del compresor giran dentro de unas carcasas que en su interior tienen unos conductos de formas especiales para mejorar la circulación de los gases. El eje común central gira apoyado sobre cojinetes situados entre compresor y turbina, y también está recubierto por una carcasa. El eje y los cojinetes reciben del propio motor lubricación forzada de aceite, que llega a la parte superior del cuerpo de cojinetes, se distribuye a través de conductos en el interior y desciende a la parte inferior. En otras palabras el turbo utiliza el lubricante del mismo carter del motor.



En el cuerpo del compresor, el aire entra por el centro de la carcasa dirigido directamente al rodete de álabes, que le dan un giro de 90° y lo impulsan hacia el difusor a través de un paso estrecho que queda entre la tapa, el cuerpo central y la pared interna del difusor. Este es un pasaje circular formado en la carcasa, que hace dar una vuelta completa al aire comprimido para que salga tangencialmente hacia el colector de admisión.

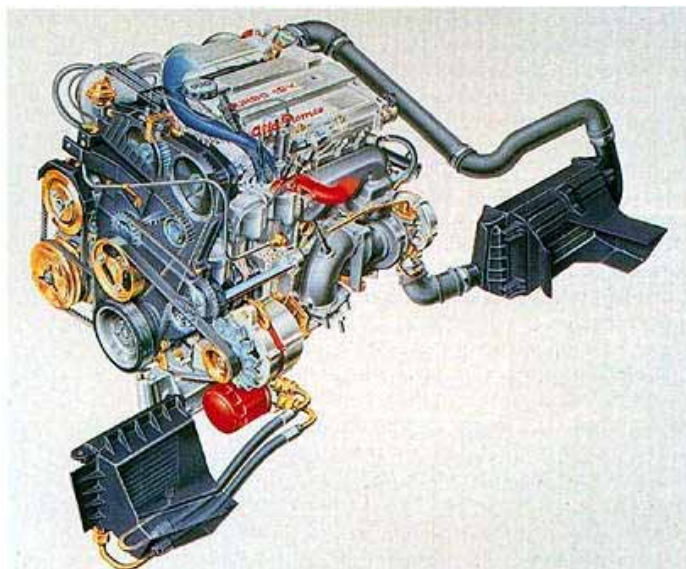


El sistema de alimentación por medio de turbocompresor, es una tecnología que alcanzó su validez hace muchos años. La disipación térmica, la lubricación adecuada de los componentes móviles y la dosificación de la presión, forman la clave de su buen funcionamiento.

En el cuerpo de la turbina, los gases de escape entran tangencialmente y circulan por un pasaje de sección circular que se va estrechando progresivamente y los dirige hacia el centro, donde está situado el rodete de álabes de la turbina. Al chocar contra los álabes, los gases hacen girar la turbina, cambian de dirección 90° y salen perpendicularmente por el centro hacia el tubo de escape. El cuerpo de la turbina es de fundición, o de fundición con aleación de níquel, y el rodete se suele fabricar en aleaciones de níquel, de alta resistencia al calor.

La utilización del turbo no sería posible en un motor si no se pudiera regular la sobrepresión que en mayor o menor grado aporta, de acuerdo con su mayor o menor velocidad de giro. Es evidente que a pocas revoluciones del motor, la salida de gases es de poca consideración y la velocidad de giro de la turbina resulta muy moderada. Pero cuando el motor aumenta su régimen de giro, la turbina recibe una mayor densidad y velocidad de los gases de escape, de modo que aumenta también su giro y con ella lo hace el compresor, que adquiere de ese modo elevados valores de sobrepresión.

Para que el conjunto funcione correctamente el turbo no ha de sobrepasar ciertos valores de sobrepresión, que oscilan generalmente entre los 0,4 y 0,7 bares, según el diseño, de modo que se hace necesaria una válvula de seguridad que controle la presión máxima para la que el motor ha sido diseñado. Esto se consigue por medio de la válvula de descarga, también conocida como **“waste gate”** (puerta de desecho), que desvía las presiones de los conductos cuando alcanzan valores superiores a los establecidos. Esta válvula está gobernada automáticamente por una cápsula manométrica que actúa en función de la presión de admisión.



Por medio del turbocompresor, se llegó a obtener una potencia considerable de un simple motor de dos mil centímetros cúbicos de cilindrada con cuatro cilindros en línea. Un intercambiador de calor junto a otro radiador del lubricante, han hecho posible el control de la temperatura.

Como se dijo al principio, la utilización del turbo suponía muchas ventajas pero al mismo tiempo aportaba algunos inconvenientes; lo que no quiere decir que muchos de ellos no estén solucionados satisfactoriamente o que supongan un peligro real para la vida útil del motor. La enumeración de estos problemas simplemente quiere reflejar que un motor turboalimentado, aunque fiable, resulta más delicado que un atmosférico; es la contrapartida a las altas cotas de rendimiento y potencia que proporciona la sobrealimentación con un turbo.

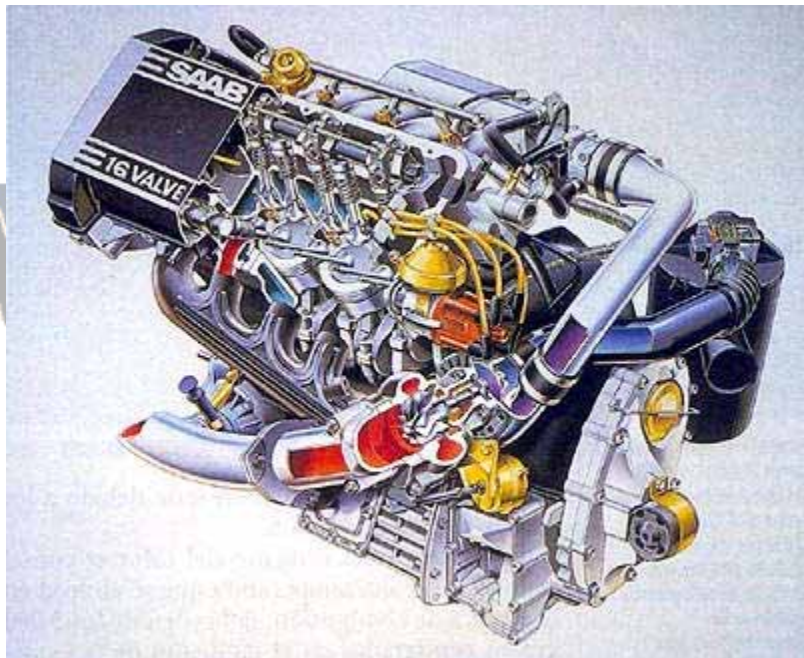
A la vista de que la mezcla combustible/aire es altamente explosiva cuando ya ha sido preparada, y es muy sensible a las altas temperaturas y las altas presiones, la aplicación del turbo a un motor de chispa plantea problemas, precisamente porque aumenta las temperaturas y presiones. Este aumento de valores no sólo afecta a la mezcla sino también a las partes móviles del motor, por lo que debe ser preparado convenientemente en sus partes vitales. De ahí una de las razones del encarecimiento de los motores turboalimentados respecto a los atmosféricos.

Además del coste elevado de producción, hay una serie de cuestiones fundamentales a tener en cuenta a la hora de hacer una somera descripción de las desventajas del turbo, el aumento de temperatura y los problemas de engrase.

En cuanto a la **detonación** (explosión de la mezcla en la cámara de combustión sin que haya chispa), cuando un motor se somete a la sobrealimentación se produce un aumento de volumen en la entrada de la mezcla cada vez que se abre la válvula de admisión debido a que existe una mayor presión en el colector. El aire entra a mayor velocidad en el cilindro, y cuando se cierra la válvula ha entrado una mayor cantidad de mezcla. La importancia de este aumento se manifiesta en una considerable subida de los valores de temperatura y compresión, que producirá inevitablemente la detonación. Por lo tanto, un motor sobrealimentado ha de tener una relación de compresión inferior a la de un motor atmosférico, lo que se traduce en un rendimiento pobre del motor cuando el régimen de giro es bajo.

Respecto a la lentitud de respuesta del turbo, hay que tener en cuenta que la presión de sobrealimentación alcanzada por un turbo resulta prácticamente proporcional a su régimen de giro, es decir, a más velocidad de giro, mayor caudal y también mayor valor de sobrepresión.

Como el régimen de giro del turbo depende de los gases de escape, y éstos a su vez, del volumen de gas quemado, el turbo aumenta su presión de admisión sólo cuando los gases quemados son abundantes, y son abundantes sólo cuando son recibidos en las cámaras de combustión en suficiente cantidad. Es un problema de acoplamiento que se produce a bajas vueltas del motor y que determina una lentitud de respuesta del turbo, problema que se agrava además ante la necesidad de una baja relación de compresión por las causas antes explicadas.



El constructor sueco Saab, ha logrado motores turboalimentados de elevada fiabilidad mecánica y buenas prestaciones. El propulsor que aparece en la fotografía es un claro ejemplo de avanzada tecnología, en el que el turbocompresor ha jugado un papel determinante.

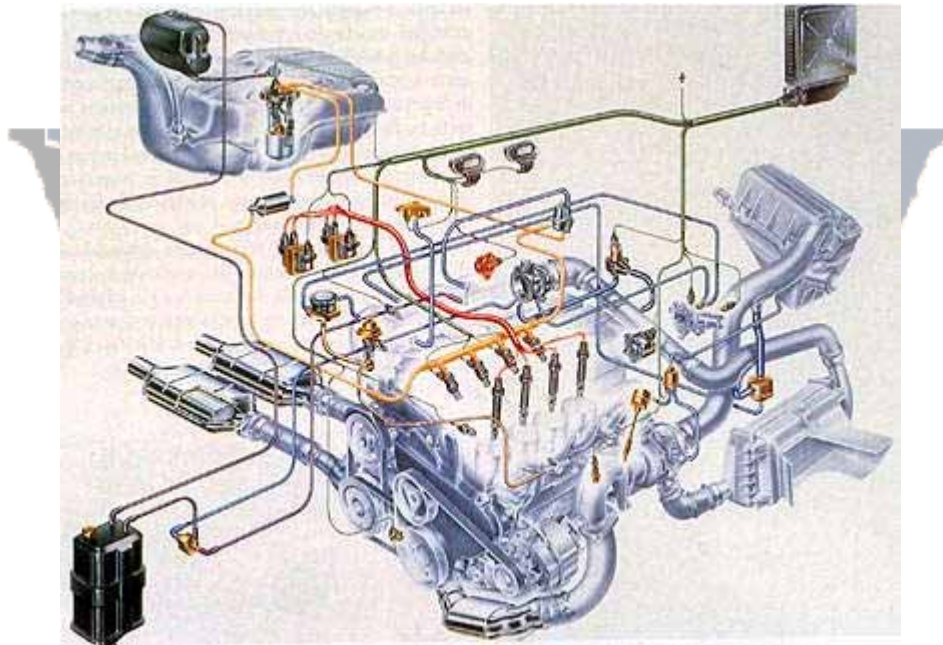
Este es un fenómeno que se está investigando y cuya solución pasa por un turbo que se mueva al compás del régimen de giro del motor, que tenga muy poca inercia y sea de tamaño reducido; además de ser muy sensible al paso de los gases, acelerando y desacelerando con gran rapidez. Otra solución, que ya comienza a desarrollarse, es la creación de turbinas con álabes de inclinación variable, pero al fin y al cabo son soluciones que aún no se han implantado en serie debido a los altos costos de producción.

El problema del aumento del calor es consecuencia de la alta temperatura que se alcanza en la cámara de combustión, del orden de los 3.000°C en el momento de la explosión. Los gases de escape salen por los colectores con temperaturas cercanas a los 1.000°C. Estos gases, que son los que mueven la turbina, acaban calentando los de admisión, movidos por el compresor, muy por encima del valor de temperatura ambiente. Esto se traduce en una dilatación del aire y pérdida de oxígeno en una misma unidad de volumen, lo que hace que el excesivo calor de la mezcla en la cámara de combustión eleve la temperatura de

funcionamiento del motor, por lo que la refrigeración tradicional del mismo resulta insuficiente.

La solución llega con la adopción de un sistema de refrigeración del aire de admisión, por medio de un radiador enfriador aire-aire, conocido también como **“intercooler”**. Esta refrigeración del aire de admisión hace posible el uso continuado del turbo y dificulta enormemente la presencia de los efectos de detonación que se presentan con gran frecuencia con el aire caliente, en cuanto los valores de sobrepresión son importantes.

Sobre los problemas de lubricación en los motores turboalimentados, el aceite en los motores de gasolina ha de realizar una labor mucho más dura. Debido a las altas temperaturas que alcanza el turbo, el aceite ha de realizar una doble labor de lubricación y refrigeración, lo que significa que está sometido a condiciones mucho más duras y extremas de lo que podría considerarse habitual en otros motores.



En este esquema que pertenece al motor Alfa Romeo 2 litros turboalimentado, se puede comprobar en todos sus detalles la instalación de la inyección electrónica.

Por ello, los motores turboalimentados tienen el cárter de aceite sobredimensionado para tener una cantidad adicional para el uso de este mecanismo; suelen llevar un radiador de refrigeración para el aceite y se utilizan formulaciones distintas a las habituales en la composición de estos aceites. Es importante destacar aquí la calidad del aceite que este motor deberá. El uso de lubricantes de baja calidad, con una base pobre (de pocos años de antigüedad) puede ser directamente causantes del agripamiento del turbo al no poder soportar los miles de grados de temperatura que alcanza. Los fabricantes recomiendan acortar los períodos de cambio del aceite cuando el lubricante es una clasificación antigua como un CF-4 o uno anterior. Usando una base antigua así como la última clasificación API como un CI-4 aseguramos el máximo cuidado al turbo. También es muy importante seguir las normas básicas para la puesta en marcha y apagado del motor.

Recomendaciones:

Mientras el turbocompresor ayuda al motor en la compensación de altura y aumento de fuerza y el intercooler aumenta mas potencia todavía, ambos requieren mayores cuidados en su mantenimiento.

- El único sistema de refrigeración del turbocompresor es el aceite que viene del cárter y alcanza los 280° C. Por lo que es necesario contar con un aceite que garantice su desempeño como los aceites API grupo II, sintetizados o sintéticos.
- El motor turboalimentado, después de operar en carretera, siempre debería enfriarse entre 3 a 5 minutos antes de ser apagado. Cuando se apaga el motor con el cojinete caliente, se corta la circulación del aceite, cocinando el aceite en el cojinete. Si vuelve a encender el motor (con el aceite cocinado sobre el cojinete y el cojinete caliente) éste podrá agriparse.
- El motor turboalimentado normalmente tiene un enfriador de aceite como parte del sistema de refrigeración del motor para reducir la temperatura del aceite antes de volver al cárter. Para aprovechar la máxima vida útil del turbocompresor, se requiere un refrigerante de máxima tecnología. Uno que tenga la máxima transferencia de calor y mayor inhibición de depósitos, que evite la cavitación y corrosión. (En nuestro boletín 11 encontrará más información sobre las diferentes formulaciones de refrigerantes).
- El motor turboalimentado requiere lubricación instantánea. Es por eso que la bomba de aceite en el cárter tiene dos salidas de aceite. Entonces la viscosidad del aceite es determinante. Si el aceite es muy viscoso, demora en alcanzar el turbocompresor, causando mayor desgaste. No se recomiendan aceites monogrados en motores equipados con turbocompresor.

El mantenimiento proactivo requiere que esta información llegue a todos los niveles de las empresas, especialmente la sección de adquisiciones para saber la importancia de elegir un buen aceite y su incidencia en los gastos de mantenimiento por reparaciones anticipadas, también es necesario que esto lo conozcan los Choferes para comprender la importancia de su conducción en carreteras y paradas.

Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en Bolivia para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, visite nuestra página Web: www.widman.biz

Si usted conoce a otra persona que estará interesada en recibir estos boletines, favor responder al scz@widman.biz Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, favor responder al scz@widman.biz con “**remove**” en el asunto.

La información de este boletín técnico, es de única y completa propiedad de Widman International S.R.L. Su reproducción solo será permitida a través de una solicitud a scz@widman.biz no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.