

---

# Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en presión.

Publicado por jose - 25-03-2008 01:03:25

---

Aquí va una buena recopilación de información sobre el turbo. Composición, funcionamiento, cuidados y "dopaje"

Hay mucha paja y mucha teoría, así que he marcado lo que realmente nos interesa conocer de nuestro coche.

## El turbocompresor

Tiene la particularidad de aprovechar la fuerza con la que salen los gases de escape para impulsar una turbina colocada en la salida del colector de escape, dicha turbina se une mediante un eje a un compresor. El compresor está colocado en la entrada del colector de admisión, con el movimiento giratorio que le transmite la turbina a través del eje común, el compresor eleva la presión del aire que entra a través del filtro y consigue que mejore la alimentación del motor. El turbo impulsado por los gases de escape alcanza velocidades por encima de las 100.000 rpm, por tanto, hay que tener muy en cuenta el sistema de engrase de los cojinetes donde apoya el eje común de los rodets de la turbina y el compresor. También hay que saber que las temperaturas a las que se va a estar sometido el turbo en su contacto con los gases de escape van a ser muy elevadas (alrededor de 750 °C).

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-principio-funcion1.gif>

## Ciclos de funcionamiento del Turbo

**Funcionamiento a ralentí y carga parcial inferior:** En estas condiciones el rodete de la turbina de los gases de escape es impulsada por medio de la baja energía de los gases de escape, y el aire fresco aspirado por los cilindros no será precomprimido por la turbina del compresor, simple aspiración del motor.

**Funcionamiento a carga parcial media:** Cuando la presión en el colector de aspiración (entre el turbo y los cilindros) se acerca a la atmosférica, se impulsa la rueda de la turbina a un régimen de revoluciones más elevado y el aire fresco aspirado por el rodete del compresor es precomprimido y conducido hacia los cilindros bajo presión atmosférica o ligeramente superior, actuando ya el turbo en su función de sobrealimentación del motor.

**Funcionamiento a carga parcial superior y plena carga:** En esta fase continua aumentando la energía de los gases de escape sobre la turbina del turbo y se alcanzara el valor máximo de presión en el colector de admisión que debe ser limitada por un sistema de control (válvula de descarga). En esta fase el aire fresco aspirado por el rodete del compresor es comprimido a mayor presión.

## Constitución de un turbocompresor

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-esquema.jpg>

Los elementos principales que forman un turbo son el eje común (3) que tiene en sus extremos los rodets de la turbina (2) y el compresor (1) este conjunto gira sobre los cojinetes de apoyo, los cuales han de trabajar en condiciones extremas y que dependen necesariamente de un circuito de engrase que los lubrica

Por otra parte el turbo sufre una constante aceleración a medida que el motor sube de revoluciones y como no hay límite alguno en el giro de la turbina empujada por los gases de escape, la presión que alcanza el aire en el colector de admisión

---

sometido a la acción del compresor puede ser tal que sea mas un inconveniente que una ventaja a la hora de sobrealimentar el motor. Por lo tanto se hace necesario el uso de un elemento que nos limite la presión en el colector de admisión. Este elemento se llama válvula de descarga o válvula waste gate (4).

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-eje.gif>

---

Lo que más nos interesa conocer:  
Regulación de la presión turbo

Para evitar el aumento excesivo de vueltas de la turbina y compresor como consecuencia de una mayor presión de los gases a medida que se aumenten las revoluciones del motor, se hace necesaria una válvula de seguridad (también llamada: válvula de descarga o válvula waste gate). Esta válvula está situada en derivación, y manda parte de los gases de escape directamente a la salida del escape sin pasar por la turbina.

La válvula de descarga o wastegate esta formada por una cápsula sensible a la presión compuesta por un muelle (3), una cámara de presión y un diafragma o membrana (2). El lado opuesto del diafragma esta permanentemente condicionado por la presión del colector de admisión al estar conectado al mismo por un tubo (1). Cuando la presión del colector de admisión supera el valor máximo de seguridad, que en el 21 turbo es de 0,6 bares, desvía la membrana y comprime el muelle de la válvula despegandola de su asiento. Los gases de escape dejan de pasar entonces por la turbina del sobrealimentador (pasan por el bypass (9)) hasta que la presión de alimentación desciende y la válvula se cierra.\*\*

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-descarga.jpg> <http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-valvula.jpg>

La presión máxima a la que puede trabajar el turbo la determina el fabricante y para ello ajusta el tarado del muelle de la válvula de descarga. Este tarado debe permanecer fijo a menos que se quiera intencionadamente manipular la presión de trabajo del turbo, como se ha hecho habitualmente. En el caso en que la válvula de descarga fallase, se origina un exceso de presión sobre la turbina que la hace coger cada vez mas revoluciones, lo que puede provocar que la lubricación sea insuficiente y se rompa la película de engrase entre el eje común y los cojinetes donde se apoya. Aumentando la temperatura de todo el conjunto y provocando que se fundan o gripen estos componentes.

\*\*

En el caso del 21 turbo, la presión del colector de admisión, NO maneja directamente la waste gate, sino que lo hace a través de la electroválvula SEM. Ésta electroválvula, es controlada por la centralita para obtener una sobrepresión.

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/funcionamientoSEM21turbof3.jpg>

-Por un lado, le llega la presión del turbo, desde el intercooler. En la foto de abajo, el tubo del medio. (a las 9 en el reloj)

-Por otro lado, mandará presión a la puerta de descarga, o waste gate. En la foto es el de las 7  
-Y hay un tercer tubito (a las 11) que crea una fuga controlada por la centralita y la devuelve a la entrada del filtro. De esta forma, llega menos presión a la waste, y se mantiene cerrada más tiempo, generando más sobrepresión.

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/semn.jpg>  
Así funciona la SEM

-Normalmente, la SEM está abierta. Entonces el turbo soplará a 0,6 bares y la waste se abrirá al llegarle a esos 0,6 bares a través de la SEM abierta. El turbo ya no sube más.

-Overboost. Ahora la centralita toma el control y cierra la SEM produciendo la fuga controlada, por un orificio calibrado. Entonces el turbo sube mucho más.

Así es la SEM por dentro. Es muy sencilla. En una posición el aire que entra por el centro, sale por un lado. Y en la otra posición, parte del aire se hace fugar por el orificio calibrado.

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/semdespiece.jpg>

Gestión electrónica del turbo y fallos de sobrepresión

Mi turbo no sopla bien. ¿Tendré alguna manguera rota??

Pues puede que no. Como hemos visto, la centralita controla la sobrepresión a través de la SEM. Si la SEM falla, la presión del turbo falla.

También, la centralita controla la sobrepresión en función de otros parámetros, como son:

- 1ª velocidad. La centralita limita la presión del turbo en función de la velocidad. Para evitar pérdidas de motricidad, en baja velocidad el turbo sólo sopla a 0,5 0,6 bares.

A partir de cierta velocidad, el turbo sopla a 0,9 hasta 4000 rpm, y luego baja un poquito, a 0,8, y se mantiene hasta el corte de inyección.

-Picado de biela. Si la centralita detecta un picado de biela (no sé explicar como lo hace), la presión del turbo baja a 0,6. Habría que verificar con una maleta de diagnóstico, que no tengamos éste fallo, porque si no, nos volveremos locos buscando fugas inexistentes.

-Temperatura del motor. Si el motor no alcanza los 50°, la presión del turbo se limita.

-Presostato de seguridad. Evita que el turbo suba más de 1,5 bares. Si falla éste elemento, es algo que de verdad se nota, ya que corta la inyección directamente.

Así que, el fallo de cualquiera de estos elementos, nos pueden hacer pensar en fugas en las mangueras.

Para buscar la causa de una baja presión, debemos tener claro si es un fallo eléctrico o realmente tenemos una fuga. Para descartar que sea un fallo eléctrico, deberíamos impedir que la SEM controle el turbo.

No vale con desconectarla, porque sino, el turbo no soplará más que a 0,6.

Deberíamos quitar el tubito que va a la waste y taponar la salida de la SEM y probar entonces que el turbo sube. Y subirá mucho, ya que hemos anulado la waste.

Y ahora seguro que ya estáis pensando en eso de que el turbo sube mucho :)

Evidentemente, si ponemos un grifito en éste tubo (violeta), podemos crear una "fuga" controlada, para "trucar" y obligar a que el turbo sople más de la cuenta para abrir la waste, sin importar lo que haga la centralita:

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/funcionamientoemygrifo.jpg>

[http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/montage\\_robinet01.jpg](http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/montage_robinet01.jpg)

Lo podemos ver realizado en éste brico:

[http://21turboclub.com/index.php?option=com\\_fireboard&Itemid=33&func=view&catid=33&id=5328#5328](http://21turboclub.com/index.php?option=com_fireboard&Itemid=33&func=view&catid=33&id=5328#5328)

La verdad, es que no me gustan este tipo de sistemas. Nos estamos pasando por el forro la tecnología electrónica, tan avanzada en nuestro coche en aquellos años.

Si la centralita detecta un problema e intenta controlar la presión del turbo para evitar alguna rotura, nosotros no le

---

dejaremos hacerlo, con el consiguiente riesgo.

Ahora seguimos con el tocho teórico:

-----

Ejemplo practico de modificación de la presión de soplado del turbo, moviendo el tarado de la waste gate  
Como ejemplo citamos aquí el conocido turbo Garret T2 montado en el clásico: Renault 5 GT Turbo, que tanto ha dado que hablar, por lo fácil que era modificar la presión de soplado del turbo, para ello simplemente había que atornillar/desatornillar el vástago (2) del actuador de la wastegate (4). Cuanto más corto sea el vástago , más presión se necesita para abrir la wastegate, y por consiguiente hay más presión de turbo.

Para realizar esta operación primero se quitaba el clip (1) que mantiene el vástago (2) en el brazo de la válvula (5). Afloja la tuerca (3) manteniendo bien sujeta la zona roscada (6) para que no gire y dañe la membrana del interior de la wastegate, ahora ya se puede girar el vástago (usualmente tiene dado un punto para evitar que la gente cambie el ajuste, así que hay que taládrarlo antes de girarlo).

Tres vueltas en el sentido de las agujas del reloj deberían aumentar la presión en 0.2 bar (3 psi), pero es un asunto de ensayo y error. Cuando finalmente tengas la presión de soplado deseada aprieta la tuerca y pon el clip.

Para saber mas sobre la modificación de la presión de este modelo de turbo en particular visita esta web:  
[http://membres.lycos.fr/r5gt/gtt/trick3\\_e.htm](http://membres.lycos.fr/r5gt/gtt/trick3_e.htm)

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-ajuste.gif>

### Temperatura de funcionamiento

Como se ve en la figura las temperaturas de funcionamiento en un turbo son muy diferentes, teniendo en cuenta que la parte de los componentes que están en contacto con los gases de escape pueden alcanzar temperaturas muy altas (650 °C), mientras que los que esta en contacto con el aire de aspiración solo alcanzan 80 °C.

Estas diferencias de temperatura concentrada en una misma pieza (eje común) determinan valores de dilatación diferentes, lo que comporta las dificultades a la hora del diseño de un turbo y la elección de los materiales que soporten estas condiciones de trabajo adversas.

El turbo se refrigera en parte además de por el aceite de engrase, por el aire de aspiración cediendo una determinada parte de su calor al aire que fuerza a pasar por el rodete del compresor. Este calentamiento del aire no resulta nada favorable para el motor, ya que no solo dilata el aire de admisión de forma que le resta densidad y con ello riqueza en oxígeno, sino que, además, un aire demasiado caliente en el interior del cilindro dificulta la refrigeración de la cámara de combustión durante el barrido al entrar el aire a una temperatura superior a la del propio refrigerante líquido.

Los motores de gasolina, en los cuales las temperaturas de los gases de escape son entre 200 y 300°C más altas que en los motores diesel, suelen ir equipados con carcasas centrales refrigeradas por agua. Cuando el motor está en

---

funcionamiento, la carcasa central se integra en el circuito de refrigeración del motor. Tras pararse el motor, el calor que queda se expulsa utilizando un pequeño circuito de refrigeración que funciona mediante una bomba eléctrica de agua controlada por un termostato.

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-temperatura.gif> <http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-refrigeracion.jpg>

## Intercooler

Para evitar el problema del aire calentado al pasar por el rodete compresor del turbo, se han tenido que incorporar sistemas de enfriamiento del aire a partir de intercambiadores de calor (intercooler). El intercooler es un radiador que es enfriado por el aire que incide sobre el coche en su marcha normal. Por lo tanto se trata de un intercambiador de calor aire/aire a diferencia del sistema de refrigeración del motor que se trataría de un intercambiador agua/aire.

Con el intercooler (se consigue refrigerar el aire aproximadamente un 40% desde 100°-105° hasta 60°- 65°). El resultado es una notable mejora de la potencia y del par motor gracias al aumento de la masa de aire (aproximadamente del 25% al 30%). Además se reduce el consumo y la contaminación.

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-intercooler.jpg>

## El engrase del turbo

Como el turbo esta sometido a altas temperaturas de funcionamiento, el engrase de los cojinetes deslizantes es muy comprometido, por someterse el aceite a altas temperaturas y desequilibrios dinámicos de los dos rodets en caso de que se le peguen restos de aceites o carbonillas a las paletas curvas de los rodets (alabes de los rodets) que producirán vibraciones con distintas frecuencias que entrando en resonancia pueden romper la película de engrase lo que producirá microgripajes. Además el eje del turbo esta sometido en todo momento a altos contrastes de temperaturas en donde el calor del extremo caliente se transmite al lado mas frío lo que acentúa las exigencias de lubricación porque se puede carbonizar el aceite, debiendose utilizar aceites homologados por el API y la ACEA para cada país donde se utilice (visita esta web para saber mas sobre aceites: [http://www.arpem.com/tecnica/aceites/aceites\\_p.html](http://www.arpem.com/tecnica/aceites/aceites_p.html)).

Se recomienda después de una utilización severa del motor con recorridos largos a altas velocidades, no parar inmediatamente el motor sino dejarlo arrancado al ralentí un mínimo de 30 seg. para garantizar una lubricación y refrigeración optima para cuando se vuelva arrancar de nuevo. El cojinete del lado de la turbina puede calentarse extremadamente si el motor se apaga inmediatamente despues de un uso intensivo del motor. Teniendo en cuenta que el aceite del motor arde a 221 °C puede carbonizarse el turbo.

<http://21turboclub.com/images/fbfiles/images/turbo-engrase.gif>

El engrase en los turbos de geometría variable es mas comprometido aun, por que ademas de los rodamientos tiene que lubricar el conjunto de varillas y palancas que son movidas por el depresor neumatico, al coger suciedades (barnices por deficiente calidad del aceite), hace que se agarroten las guías y compuertas y el turbo deja de trabajar correctamente, con perdida de potencia por parte del motor.

## Recomendaciones de mantenimiento y cuidado para los turbocompresores

El turbocompresor está diseñado para durar lo mismo que el motor. No precisa de mantenimiento especial; limitándose sus inspecciones a unas comprobaciones periódicas. Para garantizar que la vida útil del turbocompresor se corresponda con la del motor, deben cumplirse de forma estricta las siguientes instrucciones de mantenimiento del motor que proporciona el fabricante:

- Intervalos de cambio de aceite
- Mantenimiento del sistema de filtro de aceite
- Control de la presión de aceite
- Mantenimiento del sistema de filtro de aire

El 90% de todos los fallos que se producen en turbocompresores se debe a las siguientes causas:

- Penetración de cuerpos extraños en la turbina o en el compresor
- Suciedad en el aceite
- Suministro de aceite poco adecuado (presión de aceite/sistema de filtro)
- Altas temperaturas de gases de escape (deficiencias en el sistema de encendido/sistema de alimentación).

Estos fallos se pueden evitar con un mantenimiento frecuente. Cuando, por ejemplo, se efectúe el mantenimiento del sistema de filtro de aire se debe tener cuidado de que no se introduzcan fragmentos de material en el turbocompresor.

---

## Re: Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en pres

Publicado por magoyo - 25-03-2008 06:02:45

Un aplauso para Jose, muy ilustrado y muy claro, si señor.

Te paso unas fotos de la SEM, o electroválvula reguladora de presión del turbo, para que las incluyas en el pedazo de post.

Cambia los nobres de entrada y salida y esas cosas, tu que sabes idiomas :laugh:

<http://img5.glowfoto.com/images/2008/03/24-1439513113T.jpg>

<http://img5.glowfoto.com/images/2008/03/24-1445562510T.jpg>

<http://img3.glowfoto.com/images/2008/03/24-1436511405T.jpg>

---

## Re: Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en pres

Publicado por porroka - 25-03-2008 19:09:15

Este post no estaría mejor en Manuales??? Por cierto, si Jose me lo permite lo puedo colgar en la sección de manuales de la página.

---

## Re: Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en presión.

IMPRESIONANTE!!!!!!!!!!!!!!

Jose, eres un crack!!

=====

## Re: Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en presión.

Publicado por metal - 25-03-2008 20:58:24

---

Bravo jose:silly:

Este tema viene muy bien para los novatos como yo:dry:

Por cierto, he estado leyendo un poco, según dice, en 1ª, solo sopla a 0,6 bares, cuando compré la Turbina, me dijo el antiguo dueño que le elimino eso:dry:

Saludos.

=====

## Re: Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en pres

Publicado por ribi - 25-03-2008 22:54:56

---

Que currada Jose, si señor, muy buen post de verdad!!Genial!!

El tema de fallo de presión de TURBO, me será muy útil, porque ultimamente andaba algo rallado, a veces no me sube bien, yo no encontraba lo que era, en la Renault tampoco, y estaba por llevarlo a banco de pruebas para que dieran con lo que era, espero que no sea por el tema de bielas.....dry: Aunque los 230 aun los hace:P

Ya os comentaré cuando de con el fallo....

S2....

=====

## Re: Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en presión.

Publicado por jose - 26-03-2008 02:12:07

---

Gracias por las fotos Magoyo. No las tenía. Son muy útiles.  
Me alegro que os guste y os sirva.

Como es un post en el que se tratan muchos temas, no sabía si ponerlo como brico, manuales o cómo. Porroka, ponlo donde mejor te parezca.

... pero quita el prado del fondo, que hasta la web se verá mas grande sin el pastizal :P

=====

## Re: Conocer el turbo, la SEM y sus fallos en presión.

Publicado por porroka - 26-03-2008 04:11:17

---

Por cierto Jose que no te he dicho nada, como siempre eres un crack; Muy buen documento.

Y sobre el verde.... con lo bonito que queda... Puedo probar con otra plantilla pero Magoyo se me echa a la yugular... jijj.

=====

