# ANEXO 1: GLOSARIO

**Admisión:** es el primer tiempo del ciclo de un motor de cuatro tiempos. Se inicia con la apertura de la válvula (o las válvulas) de admisión, mientras el pistón inicia su carrera de descenso desde el PMS al PMI. La succión que se crea se aprovecha para introducir la mezcla en el cilindro. Durante esta fase, la válvula de escape permanece totalmente cerrada, y para que se llene mejor el cilindro aprovechando la inercia de los gases, hay una ligera variación del ciclo teórico: la válvula de admisión se abre un poco antes de que el pistón llegue al PMS e inicie el descenso, y se cierra con un ligero retraso respecto al PMI. Durante este tiempo de admisión, el cigüeñal ha dado media vuelta.

**Admisión variable:** hay dos tipos de colectores de admisión variables: en uno de ellos varía la longitud del tubo por donde circula el aire de admisión hacia el cilindro; en el otro varía el volumen del colector del que toma el aire cada cilindro. El objeto de estos dos mecanismos es el mismo: adecuar la frecuencia con la que se mueve el aire de admisión a distintos regímenes del motor. En un colector normal hay que asumir un compromiso para que resulte lo más adecuado posible para un margen de funcionamiento amplio, pero siempre beneficia más a un determinado régimen. En uno de admisión variable, el colector cambia para adecuarse a dos regímenes distintos.

**Aerodinámica:** en el diseño de un vehículo moderno interviene de manera fundamental la forma de su carrocería, que influye tanto en el aprovechamiento de la potencia que desarrolla el motor como en la estabilidad del vehículo a elevadas velocidades. Los cálculos para obtener los mejores resultados pertenecen a la aerodinámica. Para avanzar, el vehículo debe vencer la resistencia que opone el aire, y dicha resistencia es función de la forma de la carrocería. La facilidad con la que un vehículo se mueve en la corriente de aire viene indicada por el producto de su superficie frontal y del coeficiente aerodinámico Cx, un coeficiente de resistencia aerodinámica adimensional, determinado por la for-

ma de cada carrocería, que se obtiene mediante medidas experimentales. Pero la aerodinámica interviene también en el confort de los pasajeros: el diseño condiciona las formas de la carrocería y, por tanto, la ventilación interior y el ruido aerodinámico en el interior del habitáculo.

En cuanto a la estabilidad del vehículo, es muy importante que el centro de presiones (punto donde se concentran todas las fuerzas aerodinámicas) quede lo más cerca posible del centro de gravedad del vehículo, pero resulta difícil de conseguir porque a velocidades elevadas el flujo de aire cambia por completo. Para solucionar esto, algunos coches muy sofisticados cuentan con sistemas de aerodinámica activa, con alerones y spoilers que se despliegan en determinadas situaciones (frenada, al sobrepasar cierta velocidad, etc.).

**Alternador:** la batería de un vehículo es la encargada de suministrar la energía al equipo eléctrico, y el alternador el encargado de recargar constantemente la batería. Antiguamente se usaba como generador de electricidad para la recarga la dinamo, ya en desuso por sus menores prestaciones y mayor peso que el alternador. La ventaja del alternador es que es más compacto, y genera mayor carga cuando el motor gira despacio. Sin embargo, produce corriente alterna, mientras que la batería necesita para recargarse corriente continua, lo que obliga a utilizar un rectificador auxiliar. Su funcionamiento se basa en la ley de Faraday, según la cual una bobina de alambre en movimiento dentro de un campo magnético se carga de energía eléctrica. En el alternador, el componente magnético se llama rotor, y gira dentro de la parte estacionaria o estator. Para obtener su máximo rendimiento, un alternador necesita girar muy deprisa, por lo que su unión al motor, del que toma la energía para girar, se realiza mediante una relación de poleas de forma que el alternador gire al doble de la velocidad del motor.

**Amortiguador:** cuando un coche pasa por un bache, los resortes almacenan la energía absorbida en el proceso, y la «devuelven» aproximadamente con su mismo valor. Si no existieran los amortiguadores, la carrocería del vehículo oscilaría continuamente. La función del amortiguador es pues controlar esas oscilaciones transformando la energía que almacena el resorte en calor. El principio de funcionamiento del amortiguador es sencillo: un pistón unido a la carrocería a través de un vástago de fijación desliza en el interior de un cilindro unido a la rueda y lleno de un fluido (aceite o gas). Una serie de orificios calibrados en el pistón permiten el paso del aceite entre las dos partes en que queda dividido el cilindro, frenando así la oscilación de la carrocería.

**Árbol de levas:** es el elemento del motor que se encarga de abrir y cerrar las válvulas de admisión y escape según los tiempos e intervalos preestablecidos por el diagrama de distribución. Se trata de un eje o árbol realizado en acero

forjado dotado de levas o excéntricas que accionan las válvulas, que gira sobre unos rodamientos específicos mediante una conexión con el cigüeñal. Cada dos vueltas que da el cigüeñal el árbol de levas da una sola.

Articulación: referido a la suspensión del coche, pieza sobre la que basculan los elementos de suspensión. Hay distintos tipos de articulaciones; para los elementos de suspensión que trabajan en un solo plano hay un pasador. Si ese pasador tiene juego en más de un plano, se coloca sobre un elemento elástico que se conoce como «silent-block». En los coches de competición se utilizan rótulas, que consisten en una pieza esférica que se mueve dentro de una matriz con la misma forma.

**Avance:** el eje de pivote alrededor del cual gira la rueda no es vertical, sino que suele estar inclinado de forma que en su parte inferior apunta hacia delante un cierto ángulo llamado avance o caster. Este avance proporciona aplomo y fijeza a la dirección, pero debe seguir un compromiso: si es pequeño, la dirección pierde precisión, si es muy grande, se hace dura y de reacciones bruscas, incluso puede llegar a producir «tirones» en el volante. El ángulo de avance y la inclinación del eje de pivote van ligados: si por diseño la inclinación del eje es grande, puede ser necesario reducir el avance para evitar una dirección con mucha tendencia a autoalinearse. Además del avance longitudinal, el eje de pivote suele tener una inclinación transversal denominada salida, que es el ángulo que forma dicho eje con la vertical.

**Autonomía:** relaciona el consumo de combustible con la cantidad del mismo que queda en el depósito, por lo que indica bien el tiempo o bien los kilómetros que se pueden recorrer con un automóvil considerando un consumo medio determinado.

**ACPM (aceite combustible para motores):** es una mezcla de hidrocarburos obtenida por destilación fraccionada del petróleo, más pesada y menos volátil que la gasolina. Su principal característica es que se inflama bajo fuerte presión. También se utiliza un sistema de graduación para medir su calidad, en este caso con referencia a una mezcla de un hidrocarburo denominado cetano (grado 100) y el alfametil naftaleno (grado cero). La mayoría del gasóleo para automóviles tiene un número de cetano cercano a 50. Frente a la gasolina, otra característica del gasóleo es que la presencia de hidrocarburos específicos como ceras o parafinas, hacen que pueda helarse a temperaturas muy frías. Para evitarlo se añaden aditivos que mejoran su capacidad para fluir y evitan la congelación. En contra de lo que mucha gente piensa, el gasóleo no es un combustible de clase inferior a la gasolina. Debe estar muy bien filtrado para no estropear los sistemas de inyección de alta presión, con inyectores que cuentan con orificios de milésimas de milímetro.

**Atmosférico:** de los motores en los que el aire entra en la cámara por efecto de la presión atmosférica. La mayoría de los motores son atmosféricos; los que no lo son tienen algún dispositivo que incrementa la presión del aire por encima de la atmosférica, y se denominan «sobrealimentados». A los motores atmosféricos también se les llama «aspirados», como referencia a que es el motor el que aspira aire hacia la cámara, cuando los pistones hacen una carrera descendente y las válvulas de admisión están abiertas.

Al tratarse de un motor de inyección indirecta, y por tanto, de mezcla homogénea, el nuevo propulsor de BMW debe limitar de alguna forma el paso del aire cuando trabaja en carga parcial. Lo hace mediante un sistema de distribución variable que, además de controlar el momento de apertura y cierre de las válvulas, puede variar su alzada.

De este modo, la función de regulación de la entrada de aire al motor se traslada desde la válvula de mariposa del acelerador a las propias válvulas de admisión. Cuando el motor ha de entregar su máxima potencia, la alzada de las válvulas es alta de modo que descubren una mayor sección de paso al aire, facilitando su entrada a los cilindros (violeta en el dibujo de abajo). Si se le hace funcionar a cargas bajas, la alzada se reduce, de forma que la sección de paso es menor, limitando de este modo la entrada de aire. La alzada de las válvulas puede variar desde los 0,0 a los 9,7 milímetros, en función del aire necesario para la combustión.

**Figura 1. Regulación entrada de aire**

Para conseguir esa variación, el balancín que empuja a la válvula no es directamente accionado por la leva, como ocurre en la mayoría de los motores, sino por una palanca intermedia que, a su vez, recibe el movimiento de la leva y, al bascular sobre su apoyo, empuja la válvula. Cada una de estas palancas, una por cada válvula de admisión, están unidas a un mismo eje excéntrico, accionado por un motor eléctrico, encargado de controlar su posición. Es la posición en la que se encuentran cuando la leva actúa sobre ellas la que determina cuánto las válvulas de admisión se elevarán sobre su asiento, dejando libre el paso a la mezcla entrante.

Un procesador de 32 bits, físicamente independiente de la centralita del motor, controla el movimiento del motor eléctrico que coloca estos actuadores intermedios en la posición requerida. El tiempo necesario para cambiar la carrera de las válvulas desde la mínima a la máxima alzada es de 300 ms (milisegundos), el mismo que necesita el ya conocido sistema de distribución variable vanos, del que también dispone este motor, en ajustar los tiempos de apertura.

La regulación del caudal de aire de entrada se sigue consiguiendo a costa de introducir una restricción a su paso por las válvulas de admisión, y por tanto, de unas ciertas pérdidas por bombeo (el trabajo que le cuesta al motor succionar aire del exterior a través de los conductos de admisión y las válvulas).

**Bloque de cilindros:** es la pieza que aloja los cilindros, con los pistones y bielas, y que soporta al cigüeñal. El bloque está cerrado por arriba por la culata (una o varias) y, por debajo, por el cárter inferior o de aceite. Actualmente, todos los bloques que se usan en automóviles de producción tienen un solo cigüeñal y ninguno tiene disposición radial o «en estrella».

Según la disposición de los cilindros, puede ser en línea si los ejes de todos los cilindros son paralelos, y hay una culata común para todos los cilindros; en «V» si hay dos filas de cilindros cuyos ejes forman un ángulo, y hay una culata para cada una de ellas; en «V estrecha» si hay dos filas de cilindros cuyos ejes forman un ángulo, y hay una culata común para las dos filas; en «W» si hay más de dos filas de cilindros cuyos ejes forman dos o más ángulos; horizontales opuestos (o «bóxer») si hay dos filas de cilindros cuyos ejes son paralelos, y hay una culata para cada fila.

Según la construcción, puede ser cerrado («closed deck») o abierto («open deck»). En bloque cerrado está hecho de una pieza y sujeta al cigüeñal mediante casquillos de bancada. El bloque abierto está hecho de dos piezas, el bloque de cilindros propiamente dicho por arriba y, por abajo, el cárter superior o

cárter del cigüeñal; entre las dos piezas envuelven al cigüeñal. Un motor de cilindros horizontales opuestos es siempre abierto porque cada fila de cilindros está en una parte independiente.

Según el tipo de cilindros, puede ser con camisas intercambiables o sin ellas. Las camisas intercambiables son piezas independientes que se añaden al bloque durante la fundición o la mecanización, para que estén en contacto con los pistones. Si no lleva camisas intercambiables, las paredes del cilindro tienen el tratamiento superficial adecuado para que soporte la fricción con los pistones.

Según el material con el que están construidos, puede ser de hierro (fundición gris o fundición con grafito), de aluminio o de magnesio (reforzado con aluminio).

**Bomba-inyector:** sistema de inyección Diesel creado por Bosch en el que hay una bomba de gasóleo para cada cilindro, unida a un inyector controlado electrónicamente. Su principal ventaja es que reduce el trayecto que recorre el gasóleo desde la bomba hasta que llega a la salida del inyector. En consecuencia, la cantidad de gasóleo comprimido y las fluctuaciones de presión son menores que en otros tipos de inyección. El sistema de bomba-inyector es el primero que genera una presión de inyección en turismos superior a 2.000 bar.

**Biela:** une el pistón con la correspondiente manivela del cigüeñal. Se pueden distinguir tres partes en una biela. El pie es la parte más estrecha, y en la que se introduce el casquillo en el que luego se inserta el bulón, un cilindro metálico que une la biela con el pistón. El cuerpo de la biela es la parte central, y por lo general tiene una sección en forma de doble T. La cabeza es la parte más ancha, y se compone de dos mitades, una unida al cuerpo y una segunda denominada sombrerete, que se une a la primera mediante tornillos. Entre estas dos mitades se aloja un casquillo a presión que es el que abraza a la correspondiente muñequilla en el cigüeñal. Por lo general, las bielas se fabrican en acero templado mediante forja, aunque hay motores de competición con bielas de titanio, y ya se está comercializando con fibra de carbono.

**Bujía:** proporciona la chispa que enciende el combustible en los motores de gasolina. Se compone de un cuerpo de acero que es el que está en contacto con el bloque del motor, acabado en un electrodo de masa. El electrodo central suele ser de cobre, níquel o platino, y está separado del cuerpo de la bujía mediante un material aislante realizado en material cerámico. En el interior, también hay una resistencia que anula posibles interferencias electromagnéticas. Entre los factores importantes a tener en cuenta en una bujía está la separación entre electrodos, que debe ser adecuada para que la corriente produzca

una chispa capaz de prender el combustible. También es muy importante el grado térmico, pues las bujías trabajan con unas temperaturas tan elevadas que el control de esta temperatura en los electrodos resulta vital. Normalmente, un motor tiene una bujía por cada cilindro, aunque algunos fabricantes como Alfa Romeo tienen motores con dos bujías por cilindro, para mejorar la combustión de la mezcla. Existen otras bujías denominadas bujías de calentamiento o calentadores, que se utilizan en los Diesel no para encender el combustible (que se inflama por la elevada presión y temperatura en los cilindros), sino para aumentar la temperatura en el cilindro durante el arranque en frío.

**Batería:** acumulador de energía química. Suministra la energía eléctrica necesaria para mover el motor de arranque y que el motor se ponga en marcha. También sirve energía al equipo eléctrico del vehículo cuando no tiene suficiente con la que es capaz de generar la dinamo o el alternador. Esta electricidad se produce a través de una reacción química entre el plomo y el ácido que contiene la batería en su interior. Funciona como las pilas recargables o «depósitos de electricidad». En este caso se llenan mediante el propio sistema de carga del vehículo. Su capacidad se mide en amperios-hora. Si una batería tiene una capacidad de 50 amperios-hora (Ah) quiere decir que puede suministrar una corriente de 50 amperios de intensidad durante una hora, o de 5 amperios durante 10 horas. Para asegurar un rendimiento óptimo, el tamaño y capacidad de la batería debe estar acorde con el equipo eléctrico del automóvil.

**Cámara de combustión:** espacio que queda entre la culata y el pistón, donde entra el aire y el combustible y aloja la combustión. Actualmente casi todas las culatas tienen una forma aproximadamente semiesférica, bien con culata plana y pistón cóncavo (Diesel, generalmente), o bien con una culata con esa forma semiesférica.

**Camisas de cilindro:** hay dos formas de hacer la parte interior del cilindro, por donde corre el pistón. Una es dar un tratamiento superficial al propio metal del bloque, que consiste en recubrirlo de una capa muy resistente de otro material distinto del que tiene el bloque. Por ejemplo, los recubrimientos a base níquel y silicio son de este tipo. La otra es colocar dentro del cilindro una pieza aparte, que es la que se denomina «camisa». Una ventaja de la camisa es que, en caso de desgaste o deformación se puede cambiar. Un inconveniente es que este método hace que el motor ocupe más espacio.

Existen dos tipos de camisas: secas o húmedas. Se denominan secas cuando no están en contacto con el líquido refrigerante, sino que son muy delgadas y van directamente en contacto con el bloque, que es el que soporta los esfuer-

zos mecánicos de las explosiones. Las camisas húmedas son más gruesas, y se montan de forma que entre el bloque y la propia camisa circula el líquido refrigerante.

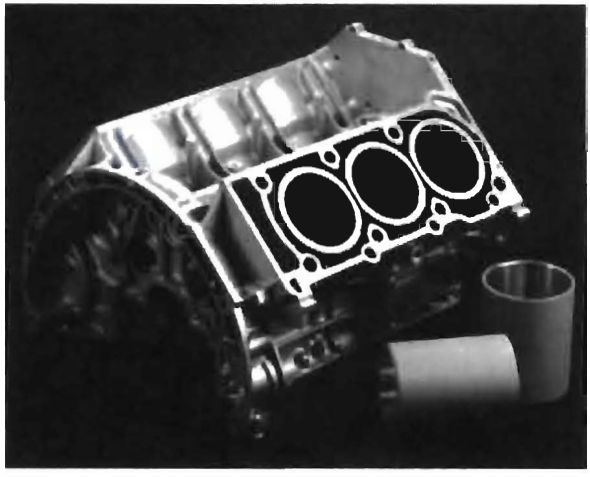


**Figura 2.Bloque con camisa seca**

**Carburar:** mezclar el aire atmosférico con los gases o vapores de los carburantes para hacerlos combustibles o detonantes.

**Carburador:** está diseñado para producir una fina niebla, formada por gasolina y aire en la proporción adecuada, que debido a la chispa de la bujía explosiona en el interior del cilindro, en lo que se denomina fase de combustión de un motor. Los carburadores basan su funcionamiento en un dispositivo denominado «tubo de venturi», de forma que se acelera el aire de admisión a su paso por el carburador. Al acelerarse, el aire provoca un vacío que chupa de la gasolina. (Su principio de funcionamiento es idéntico al de los perfumadores clásicos. En ellos, al accionar una pera de goma, se acelera el aire que pasa sobre el perfume, crea una depresión en esa zona que aspira el perfume y se mezcla con el aire). Los carburadores constan por lo general de una cuba en la que se regula el nivel de carburante que llega desde el depósito a través de una válvula de aguja accionada por un flotador (algo similar a los mecanismos de boya que controlan el agua en las cisternas de los lavabos), un difusor calibrado para suministrar el fino chorro de gasolina que se pulveriza en la corriente de aire, y una mariposa conectada con el acelerador que regula la entrada de mezcla en el motor. Actualmente ya no se utiliza en Europa ni en

otros países norteamericanos, pues los sistemas de inyección electrónica son más eficaces y permiten dosificar perfectamente el combustible para cumplir con la normativa anti-contaminación.

**Carrera:** es la distancia que recorre el pistón en el cilindro desde el punto muerto inferior (PMI) hasta el punto muerto superior (PMS). Esa distancia es la altura del cilindro que sirve para calcular la cilindrada, la base es el diámetro de ese cilindro.

Según la relación entre diámetro y carrera, los motores se dividen en: carrera larga, «cuadrados», y carrera corta o «supercuadrados». En el primero la carrera es mayor que el diámetro, en el segundo es igual y en el tercero es menor. A igualdad de todos los demás factores, la carrera larga da más par motor, pero dificulta la aceleración y el régimen máximo del motor. Por esta razón, los motores de competición y los que están hechos para dar una potencia alta a un régimen también alto, tienen carrera corta. Recorrido del pistón entre dos puntos muertos, relacionado con el ciclo del motor que lleva a cabo. En un motor con ciclo de cuatro tiempos hay carrera de admisión, de compresión, de expansión (o trabajo) y de escape. Las carreras de admisión y expansión son descendentes (el pistón va de arriba hacia abajo) y las de compresión y escape, ascendentes.

**Catalizador:** es un elemento depurador de los gases de escape. Su funcionamiento se basa en que contiene metales (sobre todo platino y rodio en proporciones muy pequeñas) que facilitan la reacción entre los gases de escape y el oxígeno del aire, para convertirlos en sustancias menos perjudiciales. Los catalizadores llamados de oxidación consiguen que el monóxido de carbono CO que se genera durante la combustión se convierta en dióxido de carbono $CO_2$ al tomar oxígeno (el primero es un gas tóxico y el segundo no), y también quema los hidrocarburos (aunque parezca increíble, parte del combustible que entra en los cilindros sale intacto) provocando una reacción de combustión en la que se desprende $CO_2$ y vapor de agua. También hay catalizadores de tres vías, que además de oxidar (añadir oxígeno) pueden reducir (quitar oxígeno) ciertos gases de escape. Así, el monóxido NO y dióxido de nitrógeno $NO_2$ se convierten en nitrógeno $N_2$ y oxígeno $O_2$. La temperatura normal de funcionamiento de un catalizador es de unos 800 °C, y no pueden funcionar con gasolina con plomo, pues este metal se deposita sobre los componentes del catalizador, anula.

**CBC:** son las siglas de Cornering Brake Control, un sistema de control de frenada estrenado por BMW en su Serie 3 que supone una evolución más de los clásicos repartidores de frenada electrónicos. Cuando se realiza una frenada fuerte en medio de una curva, este sistema evita el peligro de derrapaje

al regular automáticamente la presión de frenado de forma independiente en cada una de las ruedas, incluso antes de que éstas lleguen a su punto de bloqueo.

**CFC:** abreviatura de clorofluorocarbonos, una familia de líquidos utilizados en los sistemas de refrigeración responsables del deterioro de la capa de ozono que protege la tierra de la radiación solar. Por ello una serie de tratados internacionales recomendó la interrupción de su producción y utilización en el automóvil.

**Ciclo de trabajo:** se denomina con este nombre al proceso completo necesario para que haya en un motor una carrera de trabajo. Hay dos tipos de ciclos: el dos tiempos y el de cuatro tiempos. En el primero hay un ciclo de trabajo en cada vuelta de cigüeñal: cuando el pistón baja se produce la expansión del gas (la carrera de trabajo) y su escape; cuando sube, la admisión y la compresión. En el ciclo de cuatro tiempos hay un ciclo de trabajo cada dos vueltas de cigüeñal, y un tiempo en cada carrera del pistón: admisión, compresión, expansión y escape.

**Cigüeñal:** es uno de los elementos estructurales del motor. A través de las bielas, transforma el movimiento alternativo de los pistones en movimiento rotatorio, que luego pasa a las ruedas a través de la transmisión. Suelen estar realizados en acero o aleaciones de acero con cromo, molibdeno y vanadio, y por lo general están forjados en una sola pieza, aunque en motores de grandes dimensiones pueden conformarse con varias piezas unidas. La configuración y forma del cigüeñal varía en función del número y disposición de los cilindros del motor, pues cada uno de los pistones de un motor de cuatro tiempos sólo produce potencia en uno de sus cuatro tiempos, lo que obliga al cigüeñal (que por ello va unido al volante motor) a depender de su propia inercia para seguir girando durante el resto de las fases. En los motores de cuatro cilindros o menos, están diseñados para que cuando un pistón ejerce potencia, el resto se encuentre en otra fase del ciclo. El eje longitudinal de un cigüeñal pasa por los rodamientos principales, sobre los que se apoya en su movimiento de giro. A los lados de estos rodamientos están los codos, compuestos cada uno por una muñequilla a la que se conecta la biela. Unos contrapesos ayudan a equilibrar el conjunto.

**Cilindrada:** es la suma del volumen de los cilindros que tiene el motor. Se expresa en litros (l) o centímetros cúbicos (cc). En EE.UU. la unidad para la cilindrada es la pulgada cúbica (cu. in) que equivale a 16,4 $cm^3$. El cilindro que se tiene en cuenta para calcular el volumen tiene por base su diámetro, y por altura el recorrido del pistón entre sus dos extremos.

**Cilindrada unitaria:** es la cilindrada de cada uno de los cilindros que tiene un motor. La cilindrada unitaria ideal para el rendimiento del motor está, aproximadamente, entre 400 y 600 $cm^3$. Con menos de 400 $cm^3$ hay poco volumen en la cámara para la superficie del cilindro, con más de 600 $cm^3$ hay problemas de vibraciones.

**Cilindro:** referido al bloque motor, cada uno de los espacios con esa forma que tiene para alojar parte de la cámara de combustión, el pistón y parte de la biela. Cuando se habla del volumen de un cilindro no se consideran sus medidas reales, sino un cilindro teórico donde la base es el diámetro y la altura el desplazamiento del pistón entre sus dos extremos. En un motor de varios cilindros, se llama «cilindrada unitaria» al volumen de cada uno de ellos.

**CNG:** Compressed Natural Gas o gas natural comprimido.

**Colector de admisión:** pieza por donde circula el aire antes de entrar en los conductos de admisión de la culata. La forma y volumen del colector determina la vibración que toma el aire al entrar en el motor, esa frecuencia es más o menos conveniente para cada régimen del motor.

**Colector de escape:** para recoger los gases de escape que salen de los cilindros y canalizarlos hacia el catalizador, se utiliza el denominado colector de escape. Se trata de un entramado de tubos unido al bloque motor (tantos como número de cilindros), que finalmente se unen.

**Compresor:** es un mecanismo para introducir en los cilindros más aire del que pueden aspirar por efecto de la presión atmosférica. Se clasifican en tres grupos: primero, los llamados «volumétricos» o de «desplazamiento positivo»; segundo, los que reciben el nombre de «dinámicos» o de «no desplazamiento positivo»; tercero, el compresor de «onda de presión». Los primeros son aquellos en los el aire entra en una cámara que disminuye de volumen; pertenecen a este grupo el compresor de tipo Roots, Lysholm, de tornillo o de paletas, entre otros muchos. En los segundos es el giro de una pieza lo que fuerza al aire a escapar por la tangente con una presión superior a la atmosférica, bien con un flujo radial o bien axial. El turbocompresor es un ejemplo de compresor dinámico. Un tercer grupo lo forma exclusivamente el compresor Comprex, de la empresa Brown Boveri. En este compresor se pone directamente en contacto el gas de escape con el de admisión dentro de un cilindro acanalado, de manera que el de escape literalmente «empuja» al de admisión.

**Compresor G:** compresor volumétrico o de desplazamiento positivo, compuesto por dos piezas que forman un canal helicoidal. Una de las piezas es fija, la otra describe un movimiento circular (no rotativo) mediante una excéntrica.

El movimiento de la parte móvil va reduciendo el volumen del canal espiral de manera que se fuerza al aire a salir por un extremo. Volkswagen dejó de usar este tipo de compresor por sus problemas de lubricación y estanqueidad. El rendimiento de un compresor G es aproximadamente un 60 por ciento.

**Compresor Lysholm:** compresor volumétrico o de desplazamiento positivo, compuesto por dos piezas helicoidales que giran engranadas. El aire entra entre estas dos piezas que al girar disminuyen el volumen donde está alojado ese aire y aumentan su presión. El compresor Lysholm está movido normalmente por el cigüeñal por una correa. Mercedes lo utiliza en sus motores de gasolina sobrealimentados. El rendimiento de un compresor Lysholm es aproximadamente un 80 por ciento.

**Compresor Roots:** compresor volumétrico o de desplazamiento positivo compuesto de dos rotores en forma de «ocho», conectados a ruedas dentadas que giran a la misma velocidad pero en sentidos contrarios. La transmisión de movimiento al compresor se realiza desde el propio cigüeñal a través de engranajes o de una correa dentada. Lo que hace el compresor Roots es desplazar la masa de aire que entra en el motor, de forma que llega a la salida del compresor casi con la misma presión de entrada. El rendimiento de un compresor Roots es aproximadamente un 40 por ciento.

**Comprex:** es un sistema de sobrealimentación que transfiere la energía entre los gases de escape y el aire de alimentación por medio de unas ondas de presión generadas entre las finas paredes radiales de un tambor, que gira gracias a una conexión directa con el cigüeñal. Combina por tanto el funcionamiento de un turbocompresor al aprovecharse de la energía de los gases de escape para el trabajo de compresión, aunque con la ventaja de su rapidez de respuesta al tomar energía del motor, si bien el accionamiento de su rotor sólo requiere una parte muy pequeña de potencia para el mantenimiento del proceso de las ondas a presión. Es un tipo de compresor que funciona muy bien con los motores Diesel, pero presenta desventajas como su complejidad mecánica, funcionamiento ruidoso y costes de fabricación.

**Conductos de admisión y escape:** son los canales interiores que tiene la culata para la entrada y salida de gases. Se distinguen de los correspondientes colectores (también admisión y escape) en que están dentro de la culata y, por tanto, tienen paredes siempre metálicas del mismo material que ella (generalmente aluminio). La forma de los conductos determina cómo entran los gases de admisión y salen los de escape; si hay más de un conducto de admisión, no necesariamente tienen que ser iguales entre sí.

**Conducto común (Cmon-Ril):** lo que distingue al sistema de conducto común de otros tipos de inyección Diesel es, que la presión del acpm no procede directamente de la bomba, sino de un depósito. Ese depósito (el «conducto común») es una tubería de la que parte una ramificación para cada inyector. La principal ventaja de este sistema es que la presión con que trabaja es casi independiente del régimen y la carga del motor; es decir, aunque el conductor no acelere a fondo y el motor gire despacio, es posible inyectar el gasóleo a una presión muy alta y casi constante durante todo el proceso de inyección.

La primera generación de sistemas con conducto común genera una presión máxima de 1.350 bar; la segunda llega hasta 1.600. Otra ventaja muy importante del sistema de conducto común es que es el único que permite realizar múltiples inyecciones. Otros sistemas -como bombas electrónicas de alta presión o conjuntos inyector-bomba- sólo pueden dar dos inyecciones en cada ciclo de trabajo y, en el caso de éste último, la primera de ellas no está controlada electrónicamente. El sistema de conducto común es un invento de Fiat (llamado por ellos «Unijet»), desarrollado industrialmente por Bosch. Es esencialmente igual a la inyección multipunto de un motor de gasolina (en la que también hay un conducto común para todos los inyectores, con un regulador de presión), con la diferencia de que trabaja a una presión mucho más alta.

**Control de tracción**: al igual que el control de estabilidad, los controles de tracción se sirven de los sensores del antibloqueo de frenos para funcionar. Pero a diferencia del primer sistema, los controles de tracción sólo evitan que se produzcan pérdidas de motricidad por exceso de aceleración, y no son capaces de recuperar la trayectoria del vehículo en caso de excesivo subviraje o sobreviraje. Los hay que sólo actúan sobre el motor, reduciendo la potencia, aunque el conductor mantenga el acelerador pisado a fondo, (ya sea mediante el control del encendido, la inyección o, en algunos casos, incluso desconectando momentáneamente algún cilindro). Otros actúan sobre los frenos, a modo de diferencial autoblocante, pues frenan la rueda que patina para que llegue la potencia a la que tiene más adherencia. También hay sistemas de control de tracción que combinan la actuación sobre motor y frenos.

**Control de crucero:** sistema electrónico que permite fijar una velocidad de marcha que se mantiene sin necesidad de que el conductor mantenga pisado el acelerador. El sistema se desactiva cuando se pisa el freno. Con sólo pulsar el correspondiente botón se recupera automáticamente la velocidad previamente seleccionada. Los más modernos incorporan un radar en la parte delantera del coche, de forma que pueden controlar también de forma automática la distancia con el vehículo que circula delante.

**Control de estabilidad:** el avance más importante de los últimos años en la seguridad activa de los automóviles. Se trata de un sistema que, utilizando los sensores y la instalación del ABS, es capaz de evitar que se produzca una pérdida de control del vehículo, para lo cual actúa sobre el motor y selectivamente sobre los frenos. Básicamente, se trata de generar una fuerza contraria a la que tiende a sacar el automóvil de su trayectoria ideal. Para ello, mediante una serie de sensores (de velocidad de giro de las ruedas, de aceleración transversal y vertical, etc.), una centralita electrónica es capaz de saber si el vehículo se sale de la trayectoria marcada por el volante. Si el vehículo gira menos de lo que quiere el conductor, el sistema frena la rueda trasera interior a curva. Si sobrevira, se frena ligeramente la rueda delantera exterior. Su principal ventaja, que le hace mejor incluso que el conductor más experto, es su capacidad para frenar una única rueda, lo que genera pares de fuerza imposibles de conseguir por un conductor que aplica el freno.

**Convergencia:** consiste en acercar ligeramente las ruedas de un mismo eje por su parte delantera y separarlas por la trasera, de forma que vistas desde arriba los bordes delanteros están más próximos que los traseros. En caso contrario, se dice que las ruedas tienen divergencia. La regulación de la convergencia o divergencia a las ruedas (depende del diseño y de si las ruedas son sólo motrices o también directrices) es necesaria para compensar la tendencia que tienen a abrirse o cerrarse por efecto de las fuerzas de rozamiento, avance y frenada.

**Convertidor de par:** es un mecanismo que se utiliza en los cambios automáticos en sustitución del embrague, y realiza la conexión entre la caja de cambios y el motor. En este sistema no existe una unión mecánica entre el cigüeñal y el eje primario de cambio, sino que se aprovecha la fuerza centrífuga que actúa sobre un fluido (aceite) situado en el interior del convertidor. Consta de tres elementos que forman un anillo cerrado en forma toroidal (como un «donuts»), en cuyo interior está el aceite. Una de las partes es el impulsor o bomba, unido al motor, con forma de disco y unas acanaladuras interiores en forma de aspa para dirigir el aceite. La turbina tiene una forma similar y va unida al cambio de marchas. En el interior está el reactor o estator, también acoplado al cambio. Cuando el coche está parado, las dos mitades principales del convertidor giran independientes. Pero al empezar a acelerar, la corriente de aceite se hace cada vez más fuerte, hasta el punto de que el impulsor y la turbina (es decir, motor y cambio), giran solidarios, arrastrados por el aceite.

**Consumo específico:** es la cantidad de combustible que necesita un motor para suministrar una determinada unidad de potencia por unidad de tiempo. El consumo específico es una forma de expresar el rendimiento del motor, en el sentido que relaciona consumo con prestaciones. Cuanto menor sea el consumo específico de un motor, mejor es su rendimiento.

El consumo específico de un motor en distintas condiciones de trabajo se puede observar en las curvas características de un motor. En el eje horizontal está el régimen (rpm). En el eje vertical se pueden poner variables distintas, pero relacionadas entre sí, como el par o la presión media efectiva.

**Cualidades dinámicas:** en sentido amplio, todas aquellas relacionadas con la marcha del coche: prestaciones, consumo, ruido de rodadura y aerodinámico, confort de suspensión y seguridad activa.

**Culata:** cubre el bloque de cilindros (al que va unido mediante tornillos o pernos) por la parte superior, y contiene los conductos por los que entran y salen los gases al motor, las canalizaciones para la circulación de los líquidos refrigerante y lubricante, y además alojan el mecanismo de la distribución. Tanto desde el punto de vista de la fabricación como del diseño, se trata de uno de los elementos más complejos del motor, pues además de lo mencionado, debe soportar elevados esfuerzos térmicos. Para su fabricación se utilizan aleaciones de aluminio, aprovechando su elevada conductividad térmica (evacua muy bien el calor), aunque en los motores más antiguos todavía se pueden ver culatas de fundición.

**Curva de par:** se trata de una gráfica que representa el par motor durante toda su gama de revoluciones aprovechable. En todos los motores, la curva de par empieza ascendiendo hasta llegar al régimen al que el motor rinde el par máximo. A partir de ese momento, el par empieza a decrecer progresivamente.

**Curva de potencia:** reflejo gráfico de la potencia que entrega un motor en todo su régimen de revoluciones. La potencia en cada momento es el resultado de una función en la que el par motor y el régimen de revoluciones se multiplican. A mayor número de revoluciones crece la potencia aunque el par se mantenga constante o incluso disminuya. Por ello, la curva de potencia crece hasta alcanzar su máximo mucho después de que la curva de par haya iniciado su recorrido descendente. La curva de potencia y de par, en realidad, reflejan lo mismo: la capacidad de entregar potencia de un motor en toda su gama de revoluciones.

**Carga:** la carga, con el régimen, es la variable principal del funcionamiento del motor. Es la cantidad de mezcla que hay en la cámara antes de la combustión, y equivale a la solicitación de potencia que hace el conductor o un sistema automático de control. El motor funciona a plena carga cuando el conductor pisa al máximo el acelerador, en carga parcial cuando lo pisa a menos del máximo, y al ralentí si no lo pisa y el régimen es menor de un cierto nivel.

La carga se puede expresar en términos absolutos o relativos. En términos absolutos, la curva de carga según el régimen es igual a la curva de par motor. En términos relativos, se expresa como una proporción de la máxima carga posible en cada régimen.

La forma de variar la carga es distinta en uno de gasolina y en uno Diesel. En uno de gasolina la carga se ajusta con la cantidad de aire que entra en el motor, la cual está dosificada por la válvula de mariposa (una o varias). Conforme pise más o menos el acelerador, tanto más o menos se abre esta válvula; si pisa a fondo, la mariposa deja entrar todo el aire (de ahí la expresión «a todo gas»).

En un Diesel, en cambio, la carga varía con la cantidad de gasóleo que inyecta la bomba, ya que siempre entra todo el aire posible. En carga parcial (acelerador poco pisado) la bomba inyecta menos gasóleo que a plena carga.

**Desarrollos de la transmisión:** las vueltas del motor se convierten en movimiento lineal del vehículo gracias a la transmisión. Que éste avance más o menos en cada régimen de giro del motor, depende de la marcha engranada, del grupo diferencial y del perímetro de la rueda. Entre los tres conforman el desarrollo de la transmisión.

Cada marcha tiene una relación de cambio diferente, en función de los dientes de cada piñón que se engrane. Eso significa que, para un determinado régimen del motor, las ruedas darán más o menos vueltas según la marcha que esté engranada. Por ejemplo, con la primera engranada, las ruedas siempre dan menos vueltas, a igualdad de régimen de giro del motor, que con la quinta.

Sabiendo las relaciones de cambio (la relación entre el número de dientes de los piñones que se engranan) y del grupo diferencial, se puede calcular lo que giran las ruedas para un determinado régimen del motor. Si este último va a 1.000 rpm, para una marcha con una relación de cambio de 1,8 a 1, el cambio hace una primera reducción que es 1.000/1,8 = 555 rpm. Si la relación del grupo diferencial es de 3,7 a 1, la segunda reducción es de 555/3,7 = 150. Es decir, por cada 1.000 rpm que gira el motor, en esa marcha, las ruedas giran 125 rpm.

Esta velocidad angular se puede transformar en velocidad lineal del coche con el perímetro de la rueda (una rueda de mayor perímetro alarga el desarrollo, hace que el coche avance más metros por cada vuelta del motor a igualdad de marcha, y una rueda menor lo acorta). El resultado, expresado en km/h, es el desarrollo de la transmisión en esa marcha y ese régimen del motor (1.000 rpm).

Hoja de cálculo para determinar los desarrollos, con las relaciones de cambio, el grupo y la rueda. Sólo hay que rellenar las celdas sombreadas. En la hoja «Desarrollos» se pueden ver los desarrollos de transmisión y el salto entre marchas. En la hoja «Velocidad» se puede ver la velocidad del coche en cada marcha para un régimen dado, y el régimen al que queda el motor cuando se cambia de marcha en el régimen indicado.

**Deslizamiento:** se produce cuando la velocidad angular o de giro de la rueda no coincide con la velocidad lineal del coche. Puede darse el deslizamiento tanto por aceleración (al arrancar fuerte sobre una superficie deslizante, las ruedas giran más deprisa de lo que corresponde a la velocidad del coche) como por frenada (al pisar los frenos, si se bloquean las ruedas, giran más despacio de lo que corresponde a la velocidad del coche). Una de las formas de medir el deslizamiento es el «coeficiente de deslizamiento aparente».

Supongamos una rueda de 2 m de desarrollo; cada vuelta completa de esta rueda, su eje se desplaza linealmente 2 m. Si esta rueda gira a una velocidad angular de 100 rpm, en un minuto el eje de la rueda recorrería 200 m, lo que equivale a una velocidad de 12 km/h.

Cuando la rueda está deslizando, no coinciden su velocidad angular y su velocidad lineal. Si en un instante el régimen de la rueda del ejemplo es 100 rpm (que corresponde a 12 km/h), pero la velocidad lineal del eje es 10 km/h, hay un deslizamiento del 20 por ciento (aproximadamente).

El caso anterior es un deslizamiento en aceleración, pero también ocurre en frenada. Cuando el coche frena, la velocidad angular de las ruedas es menor que la velocidad lineal del eje. Si en un instante la rueda gira a 100 rpm (12 km/h en una rueda de 2 m de desarrollo) y la velocidad del eje de la rueda es 14 km/h, hay un coeficiente de deslizamiento aparente de un 20 por ciento (aproximadamente).

**Desmultiplicación de la dirección:** relación entre el giro del volante y el cambio de dirección de las ruedas. Está determinada por dos causas: una, las relación entre los engranajes del mecanismo de la dirección (bien piñón y cremallera, o bien un tornillo sin fin y un rodillo); otra, la relación de palanca en los elementos que comunica este mecanismo con las ruedas. Cuando se da una relación de desmultiplicación (por ejemplo, 12 a 1), lo que se cita es lo primero, es decir, la relación entre dos tipos engranajes. A igualdad de todos los demás factores, cuanto mayor es la desmultiplicación de la dirección, tanto menor es el esfuerzo que requiere para moverla. Los inconvenientes de una dirección muy desmultiplicada es, primero, que requiere más movimiento para

conseguir el mismo efecto que una que lo esté menos. Segundo, que disminuye el efecto que tiene en el volante los esfuerzos a los que están sometidas las ruedas; por tanto, con una dirección muy desmultiplicada es más difícil notar cómo va el coche.

**Detonación:** la detonación se produce porque al propagarse la llama en la cámara de combustión, la dilatación de los gases inflamados comprime tanto el resto de gases que pueden llegar a explosionar por sí solos, provocando una sobrepresión en la cámara de combustión incluso cuando el pistón todavía no ha finalizado su recorrido ascendente. Se produce un golpeteo metálico (se dice entonces que el motor «pica») y unos esfuerzos muy perjudiciales para el motor. La detonación es uno de los factores que más limita la relación de compresión y, por tanto, el rendimiento del motor. Si consideramos constante el número de octano de un combustible, para prevenir la detonación se puede retrasar el encendido para que la máxima presión se alcance una vez sobrepasado el punto muerto superior o reducir la temperatura del aire aspirado por el motor. La solución inmediata es utilizar una gasolina con mayor número de octano.

**Diámetro:** referido a las medidas de un motor, es el del cilindro dentro del cual se desplaza el pistón y que aloja la cámara de combustión. Esta medida del diámetro, expresada en milímetros en casi todos los países (en EE.UU. en pulgadas), sirve para calcular la cilindrada.

**Diferencial:** es un mecanismo que permite transmitir fuerza de giro, al unísono, a dos ejes que no giran solidarios. En un automóvil, los diferenciales cumplen una misión fundamental: compensar la diferencia de distancia que recorren las ruedas exteriores frente a las interiores al tomar una curva. El eje que mueve cada una de las ruedas, va unido a un piñón denominado planetario. La fuerza del motor llega al engranaje principal de la corona del diferencial, que a su vez cuenta con unos piñones libres denominados satélites. En línea recta, los satélites empujan a los planetarios, pero en curva además giran sobre sí mismos, absorbiendo la diferencia de giro de los semiejes. El problema del diferencial convencional es que cada semieje sirve de apoyo para que el otro haga fuerza (acción-reacción), por lo que en caso de pérdida de adherencia de una rueda, toda la fuerza del motor se escapa por ella sin que el otro semieje pueda hacer nada. Este problema se soluciona con los mecanismos de control de tracción y con los diferenciales autoblocantes.

**Diferencial autoblocante:** es un tipo de diferencial bloqueable en el que sólo se anula una parte del efecto diferencial, es decir, limitan la posibilidad de que una rueda gire libre respecto a la otra según un tarado fijo predeterminado. Ese tarado se expresa como una relación entre las dos ruedas en tanto por

ciento, de forma que el cero corresponde a un diferencial libre, y el 100 a ruedas que giran solidarias, es decir, con el diferencial completamente bloqueado (como un eje rígido). Los hay de varios tipos, aunque tradicionalmente los más utilizados eran los autoblocantes mecánicos, en los que al detectar diferencia de giro entre los semiejes la resistencia de un muelle hace actuar un mecanismo que aumenta el rozamiento interno limitando el efecto diferencial. En la actualidad se utilizan mucho los diferenciales autoblocantes electrónicos, que utilizan los censores del ABS y frenan las ruedas que pierden adherencia (e incluso limitan momentáneamente la potencia del motor) para que no se pierda la capacidad de tracción por ellas. Otros tipos de diferenciales autoblocantes son los Torsen y los de acoplamiento viscoso.

**Diferencial bloqueable:** se utilizan para evitar que la capacidad de transmitir movimiento de un conjunto mecánico se malogre porque una rueda patina. Pueden ser bloqueables manualmente o autoblocantes. En el primer caso, el conductor puede, a través de un mando específico, hacer solidarias las ruedas de un mismo eje, anulando el efecto diferencial. Al hacer solidarios los dos ejes, sólo se puede utilizar el bloqueo manual a bajas velocidades y cuando las condiciones de adherencia sean realmente malas, pues de no ser así la transmisión se vería sometida a esfuerzos que podrían producir daños mecánicos (En una curva cerrada el eje se retorcería excesivamente). Este tipo de diferenciales ya casi no se usa en turismos, y sólo se monta en algunos vehículos para todo terreno.

**Diferencial viscoso**: es aquel en el que no existe una unión mecánica entre los semiejes, sino a través de un fluido de alta viscosidad. Este fluido baña un cilindro en el que hay dos juegos de discos intercalados, cada uno de ellos solidario con uno de los semiejes del diferencial. Si la diferencia de giro entre estos dos juegos de discos no es grande, por ejemplo, la que se produce entre las ruedas de cada lado al tomar una curva, se mueven casi independientemente. Ahora bien, a medida que la diferencia de giro aumenta, los que giran más rápido tienden a arrastrar a los otros. Si se trata de un diferencial trasero, por ejemplo, y una de las dos ruedas patinan, arrastra en alguna medida a la otra, lo que mejora la tracción. Este sistema puede estar unido a un diferencial normal, como sistema autoblocante; en este caso se denomina «acoplamiento viscoso». El principal inconveniente del sistema viscoso de transmisión es que su funcionamiento está muy condicionado por la temperatura del fluido, que pierde viscosidad a medida que se calienta.

**Dinamo:** en muchos automóviles antiguos es el mecanismo que se encarga de generar electricidad para recargar constantemente la batería y mantener el resto del sistema eléctrico en funcionamiento. Su ventaja frente al alternador, que es el dispositivo que más se utiliza hoy en día, es que suministra directamente

corriente continua, y no necesita de un rectificador. Gira más despacio que el alternador, pues se calientan mucho antes. Y de aquí radica su principal desventaja, pues con el motor a bajo régimen, la dinamo no proporciona energía suficiente para cargar la batería.

**Dirección asistida:** mecanismo por el cual se reduce el esfuerzo que debe hacer el conductor para mover el volante. Actualmente hay tres sistemas para hacerlo. Uno es hidráulico, consiste en una bomba movida por una polea conectada al motor. Otro es electrohidráulico, en el que un motor eléctrico reemplaza a la bomba movida por polea, pero que utiliza líquido para transmitir la presión hacia la dirección; a diferencia de la bomba movida por polea, el motor no está girando constantemente. El tercero es eléctrico, en el que un motor está directamente conectado al mecanismo de dirección; la asistencia del motor eléctrico puede variar, de acuerdo con una programación.

**Distribución:** al conjunto de piezas que se encarga de regular la entrada y salida de los gases en el cilindro se le denomina distribución. Suele constar de una correa, cadena o engranajes de mando que conectan el cigüeñal con un árbol de levas, encargado de abrir y cerrar las válvulas que cierran los orificios de los cilindros. En la actualidad casi todos los motores tienen los árboles de levas en la culata, y pueden actuar directamente sobre la válvula a través de unos empujadores, o hacerlo con válvulas que están en un plano diferente al del árbol de levas, a través de los balancines. La holgura en frío entre la válvula y el empujador (necesaria para que el juego entre ambas piezas a temperatura de funcionamiento sea el adecuado) se calibraba en los motores antiguos mediante el «reglaje de taqués». En la actualidad, se han generalizado los empujadores hidráulicos, que cuentan con un conducto conectado con el sistema de lubricación del motor, de forma que la presión del aceite compensa la holgura entre válvula y leva.

**Distribución desmodrómica:** lo normal es que las válvulas que controlan la entrada y salida de gases en los cilindros se abran empujadas por el árbol de levas. Para que se cierren, se utiliza un muelle helicoidal. Este muelle debe estar muy bien calibrado y ser muy resistente, pues si el motor gira muy deprisa debe ser capaz de cerrar siempre la válvula a tiempo, para que los pistones no golpeen con ellas y puedan causar daños graves al motor. En un motor con distribución desmodrómica, este trabajo no se encarga a un muelle, sino que el diseño está pensado para que la propia leva empuje la válvula hacia abajo para abrirla, y tire de ella hacia arriba para cerrarla.

**Distribución variable:** cuanto más rápido gira un motor, más difícil resulta llenar los cilindros, puesto que las válvulas abren y cierran mucho más deprisa. Lo ideal es que la válvula de admisión se abra un poco antes del inicio de la

carrera de admisión, y la de escape un poco antes de iniciarse la carrera de escape, para ayudar así al vaciado y llenado de los cilindros. El inconveniente proviene de que el momento óptimo de apertura de las válvulas es diferente para cada régimen del motor, por lo que resulta imprescindible sacrificar rendimiento en todos los regímenes de giro para obtener un resultado aceptable también en todos los regímenes de giro. Lo que hace la distribución variable es precisamente cambiar el momento de apertura y cierre de las válvulas en función del régimen del motor, para aprovechar lo mejor de los dos mundos. Los sistemas más sofisticados también pueden controlar el tiempo durante el que la válvula permanece.

**Doble encendido:** técnica, que consiste en que cada cilindro tiene dos bujías en lugar de una. En vehículo, este sistema persigue prender mejor la gasolina. Sistema en el que hay dos bujías en cada cilindro.

**Doble embrague:** técnica para cambiar de una marcha a otra más corta (reducir) sin ayuda de los sincronizadores. Para ello, se acelera ligeramente el motor con el embrague sin pisar cuando al cambiar de una marcha a otra se pasa por el punto muerto. El objetivo es intentar igualar en lo máximo posible las velocidades de giro de los piñones que se deben engranar, para en ese momento desembragar de nuevo e introducir la nueva velocidad sin que se produzcan rozamientos ni «rascado» de los piñones.

**DOHC:** siglas en inglés de Double Over Head Camshaft, denominación empleada para motores con dos árboles de levas en culata, uno para controlar las válvulas de admisión y otro las de escape. También se les denomina motores biárbol.

**DSC:** siglas en alemán de Dynamische Stabilitäts Control, o sistema de regulación de la estabilidad. Es la denominación de BMW para su sistema de control de estabilidad y de tracción.

**DSTC:** una de las muchas siglas para denominar un sistema de control de estabilidad, en este caso de Volvo.

**Dummy:** es el nombre con el que se conoce a los maniquíes que se utilizan para simular seres humanos en los ensayos de choque o «crash-test». Suelen ser muñecos articulados que imitan personas de diversas tallas y pesos, con «huesos» de acero y músculos y piel de plástico. Están dotados de sensores que recogen todos los datos de la colisión (aceleraciones y deceleraciones, etc.). Permiten a los ingenieros biomecánicos evaluar los posibles daños que habrían sufrido los ocupantes de un vehículo en caso de una colisión similar a la simulada.

**Efecto suelo:** es la influencia del suelo en el flujo alrededor de un perfil aerodinámico. Todos los cuerpos que se mueven cerca del suelo a cierta velocidad experimentan ese efecto; es decir, todos ellos (incluido cualquier coche) tienen «efecto suelo». Desde el punto de vista de la variación de la fuerza vertical sobre ese perfil, el efecto del suelo en el perfil puede hacer dos cosas: aumentarla o reducirla.

**Eje rígido:** sistema de suspensión en el que hay un elemento no flexible que une las ruedas de cada lado. Este elemento puede ser o no concéntrico con el eje de giro de las ruedas. La suspensión por eje rígido es técnicamente más simple, pero normalmente da menos confort y estabilidad que la suspensión independiente.

**Elasticidad:** potencia a bajo y medio régimen, con relación a la que da el motor en régimen alto. La elasticidad es, por tanto, una proporción: un motor es «elástico» cuando a bajo y medio régimen tiene una proporción alta de la potencia máxima.

Cuanto más elástico es el motor, mejor capacidad de recuperación tiene el coche (a igualdad de todos los demás factores). A efectos prácticos, la ventaja de un motor elástico es que da más aceleración en marchas largas que uno que no lo sea.

Gracias a ello, es posible conducir en marchas largas en ocasiones en las que -con un motor menos elástico- habría que reducir.

La expresión «bajo» o «medio» régimen también hace referencia a una proporción. Para un motor cuyo régimen máximo es 4.500 rpm, 2.500 sería «medio» régimen. Si el motor alcanza 9.000 rpm, entonces 3.500 rpm sería «bajo» régimen.

Una expresión numérica de la elasticidad es el llamado índice de elasticidad. Para calcularlo, hay que considerar tres datos: régimen de potencia máxima R1, régimen de par máximo R2 y régimen en el que el motor da la misma cantidad de par motor que en potencia máxima, pero antes del régimen de par máximo R3. En el caso de que el par máximo permanezca constante en un intervalo de régimen, se debe tomar como R2 el régimen más bajo de ese intervalo.

El índice de elasticidad será igual a:

$$\frac{R1^2}{R2 \times R3}$$

Si el índice de elasticidad está por debajo de 3, se trata de un motor poco elástico; si está entre 3 y 5 es un motor normal; si está por encima de 5, es muy elástico.

**Electrólisis:** se denomina así al proceso químico por el cual se puede descomponer un elemento o una disolución haciendo pasar por ella una corriente eléctrica. Se denomina electrolito al sistema líquido conductor o a la sustancia disuelta, electrodos a los conductores metálicos en contacto con la disolución, ánodo al polo positivo de la fuente de corriente y cátodo al polo negativo.

**Embrague:** es un mecanismo que permite desacoplar momentáneamente el motor de la caja de cambios, para poder llevar a cabo la inserción de una nueva marcha. Consta de unos discos de fricción o forros que presionan sobre el volante motor por medio de un plato de presión empujado por un disco de diafragma o por unos muelles. Su funcionamiento es similar al efecto que se produce si ponemos en contacto un disco de lija montado en una taladradora eléctrica con otro estático: la fricción de ambas superficies hace que al final lleguen a girar a la misma velocidad. Cuando el motor está embragado (con el pedal sin pisar) el disco de fricción se oprime contra el volante motor, que gira solidario con el eje primario del cambio. Al desembragar (pisar el embrague) el primario se desconecta del motor, y cambia su velocidad de giro una vez insertada la nueva velocidad. En ese momento existe una diferencia de giro entre el motor y el eje primario del cambio, y al conectarlos de nuevo el embrague se encarga de compensar esa diferencia, por medio de los forros o discos de fricción. Se dice que el embrague patina cuando los forros de fricción se desgastan y sólo se acoplan parcialmente, aunque se puede hacer patinar un embrague en buen estado soltando suavemente el pedal al insertar una marcha, o bien para subir una pendiente sin que el coche se vaya hacia atrás.

**Embrague multidisco:** sistema para engranar progresivamente un eje motor a otro. Consta de dos juegos de discos intercalados, uno de ello solidario con un eje y el otro solidario con el otro eje. Estos discos pueden estar completamente separados, de forma que uno de ellos no transmite fuerza al otro. A medida que se unen, el rozamiento entre ellos hace que uno arrastre al otro. Si la presión de unos sobre otros es bastante, pueden quedar completamente solidarios. El embrague multidisco es el sistema más común para embragar el motor a la transmisión en las motos. En los automóviles se utiliza como mecanismo para pasar fuerza de un eje a otro en sistemas de tracción total (Honda CR-V) o como mecanismo autoblocante de un diferencial (Mitsubishi Carisma GT).

**Embrague automático:** una bomba hidráulica se encarga de hacer la fuerza que tradicionalmente ejerce el conductor sobre el pedal. Una centralita electrónica recibe y procesa las señales que recibe de la palanca de cambios, la

velocidad del coche, régimen de giro del motor y forma en la que el conductor pisa el acelerador, y controla no sólo cuándo desembragar, sino también el resbalamiento que debe dar al embrague para que los cambios se realicen de forma suave. El conductor se olvida del pedal (que no existe), y sólo se tiene que preocupar de mover la palanca de cambios para insertar las distintas velocidades.

**Encendido:** proceso por el cual se inflama la mezcla de aire y combustible. Actualmente hay dos tipos de encendido: por chispa y por compresión. En el primero una o varias chispas eléctricas proporcionan la energía que da comienzo a la reacción química de combustión; es característico de los motores de gasolina. En el segundo, esa energía la suministra el calor que alcanza la cámara de combustión, por efecto de la compresión; es característico de los motores Diesel. Conjunto de dispositivos que generan la chispa en los motores de gasolina. Básicamente son tres: una o varias bobinas que aumentan la tensión que da la batería, un dispositivo mecánico o electrónico para fijar el momento en que se produce el encendido, y una o varias bujías entre cuyos electrodos salta la chispa.

**Encendido directo:** sistema en el que hay una bobina individual para cada bujía. Los sistemas de encendido directo trabajan con más tensión que los convencionales y pueden generar series de chispas en un mismo ciclo de trabajo.

**Engranaje planetario o epicicloidal:** es un sistema que permite hacer varias desmultiplicaciones con un solo juego de engranajes. Se utiliza de muy diversas maneras: por ejemplo, es el diferencial de casi todos los coches de motor y cambio transversal; también es el engranaje común en las cajas de cambio automáticas con convertidor hidráulico de par. Está formado por cuatro elementos: planeta, satélites, portasatélites, y corona.

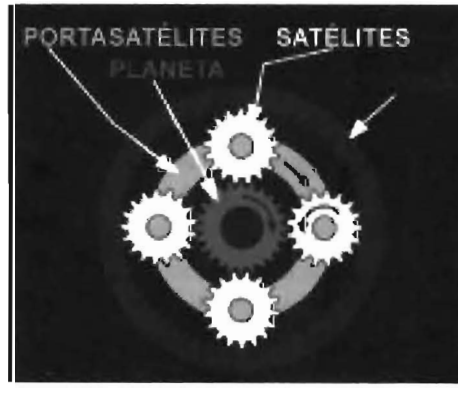



Figura 3. Engranaje planetario

El planeta es una rueda con dentado exterior. Constituye el engranaje interior del sistema. Los satélites son varias ruedas con dentado exterior (generalmente tres o cuatro) que pueden estar fijas con relación al planeta y la corona, o bien pueden girar sobre ellos.

El portasatélite es una pieza que une los ejes de giro de los satélites. Si no hay movimiento relativo entre el planeta y del portasatélites (por ejemplo, cuando giran sincrónicamente), los satélites no se giran alrededor del planeta. Si hay giro relativo entre el planeta y el portasatélites, los satélites giran alrededor del planeta (el sentido de giro del los satélites es siempre inverso al del planeta). Si el planeta y portasatélites se mueven sincrónicamente (por tanto, sin giro de los satélites), puede haber transmisión de par entre el planeta y el portasatélites, o viceversa.

La corona es una rueda con dentado interior, engranada en los satélites. Si hay giro relativo entre la corona y el portasatélites, los satélites giran a lo largo de la corona. (el sentido de giro del los satélites es siempre inverso al de la corona). Si la corona y portasatélites se mueven sincrónicamente (por tanto, sin giro de los satélites), puede haber transmisión de par entre la corona y el portasatélites, o viceversa.

En una transmisión, hay un semieje conectado al planeta, otro al portasatéltes y otro a la corona. Estos tres elementos pueden impulsar, ser impulsados o girar solidariamente. Las distintas relaciones de transmisión dependen solo de los dientes que tengan el planeta y la corona, número de dientes de los satélites no influye en las relaciones de transmisión.

Ergonomía: se puede aplicar a otros campos que no tienen nada que ver con el automóvil, siempre con la misma meta: la ergonomía es una disciplina que se ocupa de hacer más fácil el trabajo del hombre, y en este caso, se encarga de hacer más fácil la conducción. Para ello, el objetivo es adaptar a las características de los humanos todo lo que se deba manejar dentro de un vehículo. Corresponde pues a la ergonomía que exista una distancia adecuada entre volante y pedales, o que los mandos queden muy a mano, y la instrumentación sea fácil de leer.

**Escape:** un poco antes de que el pistón termine su carrera de trabajo (ciclo de expansión) se abre la válvula de escape, con lo que los gases quemados, que tienen una presión en el cilindro mayor que la que existe en el exterior, comienzan a salir.

Durante el ciclo de escape propiamente dicho, el pistón empieza a subir de nuevo desde el PMI al PMS y empuja los gases quemados. Esta fase cierra el ciclo de cuatro tiempos, durante el cual el cigüeñal ha dado dos vueltas completas (media por cada tiempo). Una vez que termina este ciclo, el proceso comienza de nuevo.

**Estabilidad:** en un sentido amplio, capacidad del vehículo para seguir la dirección que marcan las ruedas delanteras en cada momento. Hay muchas acepciones de este término, algunas de ellas contradictorias entre sí. Hay quien entiende que un coche es tanto más estable cuanto más deprisa puede tomar una curva. A esta acepción basada en la velocidad se oponen otras basadas en la seguridad, para las que un coche es tanto más estable cuanto más capaz de mantenerse en la trayectoria deseada por el conductor ante factores que tienden a desviarlo de esa trayectoria, sin provocar reacciones que lo hagan difícil de controlar.

**Escalonamiento:** referido a la transmisión, relación que guardan entre sí las relaciones de cambio. Cuando se cambia de una marcha a otra superior, el motor pierde régimen. Si esa pérdida es grande se dice que hay mucho «salto» entre marchas; si pierde poco, hay un «salto» reducido. El salto entre marcha se expresa con una relación entre ellas; por ejemplo, si entre dos marchas hay un salto de 1,5, quiere decir el que el régimen cae 1,5 veces al cambiar de una marcha corta a la larga (en este caso si se cambia a 6.000 rpm, el motor cae hasta 4.000). Una cambio con saltos grandes entre todas las marchas se llama «abierto», uno que los tenga pequeños es «cerrado». Para saber el salto entre marchas se dividen la relación más corta entre la más larga. Por ejemplo, si la segunda tiene una relación de 1,95 a 1, y la tercera de 1,3 a 1, el salto entre esas dos marchas será de 1,5 (1,95/1,3).

**Expansión:** una vez que la mezcla de aire y combustible arde, bien por el salto de una chispa en los motores de gasolina o por la elevada compresión en los motores Diesel, un aumento de presión provocado por la dilatación del gas fuerza al pistón baje de nuevo desde el PMS al PMI. Los gases quemados se expanden en el interior del cilindro, y la fuerza que se genera hace que el pistón transmita su movimiento a través de la biela hacia el cigüeñal. Estamos en la fase «activa» del ciclo, es decir, en la única que produce trabajo. Durante esta fase, las dos válvulas permanecen cerradas.

**Estampación:** proceso de fabricación que consiste en hacer caer un peso sobre una plancha metálica; la plancha toma entonces la forma de las matrices que tiene por encima y por debajo de ella. La estampación es el método más usado para fabricar piezas que, soldadas entre sí, forman el bastidor. Actualmente se pueden estampar piezas hechas con chapas de distinto grosor, previamente soldadas entre sí.

**Extrusión:** es un procedimiento para conformar metales haciéndolos fluir por presión, lo que permite obtener perfiles o tubos uniformes y de excelente acabado (Lo mismo que se hace con la pasta de los churros para darle su forma característica). Puede realizarse en frío (entre 150 y 200°C) o en calien-

te. La extrusión en caliente es más frecuente, para lo cual se hace pasar el metal a temperatura ligeramente inferior a la de fusión por unas matrices cuya boquilla tiene la sección del perfil que se desea obtener. La extrusión sólo se puede aplicar a ciertas aleaciones muy dúctiles, que posteriormente reciben tratamientos térmicos para conseguir la resistencia adecuada. La pieza extruida suele ser larga y hueca (como un churro hueco, que se conseguiría fácilmente si se pusiera un lápiz en el centro de la boquilla), con perfiles imposibles de conseguir por estampación.

**Factor Lambda:** es la relación entre la cantidad de aire disponible para la combustión y la cantidad teóricamente ideal o mezcla estequiométrica. Si Lambda es igual a 1, la mezcla es la teóricamente ideal. Si es menor, es una mezcla rica en gasolina; si es mayor, una mezcla pobre en gasolina.

**Fading (Del verbo inglés fade: desmejorar, marchitar):** expresión que se utiliza cuando los frenos de un vehículo pierden efectividad debido al sobrecalentamiento de los elementos que están en contacto (discos o tambores y pastillas), que pueden llegar a alcanzar temperaturas incluso superiores a los 500 grados centígrados.

**Filtro de aceite:** se trata de un órgano vital en el funcionamiento del motor, pues retiene las partículas abrasivas que no consigue detener el filtro del aire, así como partículas metálicas procedentes del desgaste de piezas móviles en contacto. También elimina los productos resultantes de la combustión que logran pasar al cárter, y las sustancias que se producen durante la propia degeneración del aceite. Suelen estar fabricados de un papel fibroso especial con una base de celulosa, algodón o materiales sintéticos. Puesto que el coste es mínimo y el daño que puede producir en el motor un filtro sucio es muy elevado, conviene cambiar el filtro siempre que se sustituye el aceite.

**Filtro de aire:** el aire que «respira» el motor contiene una serie de partículas de polvo en suspensión que se pueden cifrar entre 1 y 30 $mg/m^3$, dependiendo del estado de la carretera. Puesto que un motor pequeño puede «tragar» del orden de 3000 litros de aire por minuto, si no estuviera protegido pasarían al interior de los cilindros hasta 10 gramos de polvo cada hora. Por ello se utilizan los filtros de aire, que en el mejor caso alcanzan un 99 por ciento de eficacia, pues ninguno es capaz de evitar por completo que partículas tan minúsculas pasen al interior del motor.

**FIRST (Fully Integrated Road Safety Technology):** programa especial desarrollado por BMW que incluye el estudio y aplicación al automóvil de un conjunto de sistemas de seguridad activa y pasiva.

**Freno de disco:** se componen de un disco montado sobre el cubo de la rueda, y una mordaza colocada en la parte externa con pastillas de fricción en su interior, de forma que, al aplicar los frenos, las pastillas presionan ambas caras del disco a causa de la presión ejercida por una serie de pistones deslizantes situados en el interior de la mordaza. La mordaza puede ser fija y con dos pistones, uno por cada cara del disco. Pero también existen mordazas móviles, que pueden ser oscilantes, flotantes o deslizantes, aunque en los tres casos funcionan de la misma manera: la mordaza se mueve o pivota de forma que la acción de los pistones, colocados sólo a un lado, desplaza tanto la mordaza como la pastilla. Son más ligeros que los frenos de tambor y disipan mejor el calor, pues los discos pueden ser ventilados, bien formados por dos discos unidos entre sí dejando en su interior tabiques de refrigeración, bien con taladros transversales o incluso ambas cosas.

**Freno de estacionamiento**: todos los vehículos deben contar con un sistema auxiliar de frenos que funcione de forma independiente al circuito principal. Por ello, para el freno de estacionamiento, que así se denomina, se suele utilizar un sistema de accionamiento por cable, unido a los frenos de las ruedas traseras normalmente y en algunos casos a las delanteras. En aquellos casos en los que se utilizan discos atrás, puesto que las mordazas actúan mediante un sistema hidráulico, se dota a los discos de un pequeño juego auxiliar de mordazas y pastillas, que sí pueden ser accionadas mediante cable.

**Freno de tambor:** consta de un tambor, por lo general realizado en hierro fundido, solidario al cubo de la rueda, en cuyo interior, al pisar los frenos, se expanden unas zapatas de fricción en forma de «C» que presionan contra la superficie interna del tambor. Ya no se utilizan en el tren delantero de los coches modernos, que es el que soporta el mayor esfuerzo en la frenada, porque presentan desventajas a la hora de disipar el calor, y porque al ser más pesados que los frenos de disco pueden producir efectos negativos en la dirección del vehículo. Sí se utilizan con frecuencia en el eje posterior de muchos vehículos, combinados con discos delanteros.

**Freno motor:** si un automóvil circula a una cierta velocidad y levantamos bruscamente el pedal del acelerador, el motor tiende a bajar su régimen de giro al régimen de ralentí. En ese caso, la mezcla que entra en los cilindros sólo es la necesaria para mantener el motor girando despacio y en vacío, por lo que el motor ejerce resistencia a girar más deprisa, arrastrado desde las ruedas motrices por el impulso del vehículo.

**Frente de llama:** cuando en un motor, la mezcla comprimida en el cilindro empieza a arder, se propaga hacia las partes más alejadas de la cámara de combustión según un frente de llama que separa la zona ya quemada de la que

queda por quemar. Los factores que influyen en el tiempo total que dura la combustión son la velocidad de propagación de ese frente de llama y la distancia que debe recorrer.

**Fuerzas alternas de inercia:** el cigüeñal del motor está equilibrado estáticamente, es decir, se mantiene quieto en cualquier posición angular si lo sujetamos con dos puntas por su eje de rotación. Pero cuando gira aparecen una serie de fuerzas alternas que es necesario contrarrestar. Se denominan fuerzas alternas de inercia de primer orden a las que giran a la misma velocidad que el cigüeñal, y se eliminan mediante contrapesos en el mismo que generan pares de fuerzas contrarias. Las de segundo orden giran a doble velocidad que el cigüeñal, y se equilibran según el número y disposición de los cilindros. Por ejemplo, en un seis cilindros en línea las fuerzas de segundo orden se anulan entre sí, pero en un cuatro cilindros en línea están todas en el mismo sentido. Por ello, si el motor es grande, para evitar fuertes vibraciones se utilizan árboles de equilibrado contrarrotantes.

**Gasolina:** es un producto obtenido en la destilación fraccionada del petróleo crudo (depende del crudo que se destile es una fracción única o una mezcla de diversas fracciones). Está formada de una mezcla de hidrocarburos de peso molecular no muy elevado. Debe ser volátil, para que queme fácilmente y para mejorar el arranque en frío, pero no tanto como para formar demasiados vapores con tiempo caluroso. Una de sus propiedades, el índice de octano (que influye decisivamente en su capacidad antidetonante), se mide en comparación con la mezcla de dos hidrocarburos como el isoctano y el n-heptano, de muy buena y muy mala capacidad antidetonante. Al primero se le asigna grado 100, y al segundo grado 0.

Así, una gasolina con una graduación de 98 octanos, actuaría como una mezcla con 98 partes de isoctano y 2 de n-heptano. Desde 1930 se añadía a la gasolina un compuesto antidetonante denominado tetraetilo de plomo (un 0,06 por ciento de este compuesto en la gasolina aumenta su octanaje entre 5 y 10 puntos), que también ejercía una cierta función lubricante en los asientos de las válvulas.

Actualmente, en la gasolina sin plomo no utiliza este aditivo, pues los humos de escape con restos de compuestos de plomo son nocivos e impiden el buen funcionamiento del catalizador. Para utilizar esta gasolina sin plomo, los motores llevan los asientos de las válvulas reforzados.

**GPS (Global Positioning System):** sistema de navegación que utiliza las señales de tres satélites para, a través de una antena, captar los datos y, por medio de una aplicación matemática, posicionar el vehículo.

**Grado térmico:** el grado térmico de una bujía permite clasificarlas en dos grupos: frías o calientes. Las primeras son las que tienen la punta del aislante corta y gruesa, en las que el calor se disipa rápidamente. Las bujías calientes son aquellas en las que la punta del aislante es larga y delgada; en ellas, el calor tiene que recorrer un camino mayor para disiparse. Una bujía funciona bien en un rango de temperaturas que puede variar entre 500 y 800°C. Por debajo de 400 grados puede engrasarse debido a la formación de depósitos de aceite e incrustaciones de carbón, ya que la temperatura no es suficiente par quemarlos. Estos depósitos pueden dar lugar a cortocircuitos en la punta de la bujía, provocando fallos de encendido. En el otro extremo, si se superan los 800 grados en la punta de la bujía, el combustible se oxida, puede ensuciar la bujía y el calor llega incluso a quemar el electrodo. Con temperaturas superiores llega a producirse el fenómeno de detonación, que aparece cuando el electrodo se llega a poner incandescente, provocando el inicio de la combustión antes de que salte la chispa. Puesto que no todos los motores generan la misma cantidad de calor, de ahí la importancia de utilizar las bujías con el grado térmico adecuado.

**Grupo diferencial**: se denomina así al juego de engranajes o piñones encargados de realizar una segunda reducción de la velocidad de giro del motor, tras haberse efectuado la primera reducción en la caja de cambios por medio de las distintas marchas. Al igual que con las relaciones de cambio, si se dice que un diferencial o grupo tiene una relación de 4:1, indica que por cada 4 vueltas que llegan desde la caja de cambios el diferencial manda sólo una a las ruedas.

**Hidroneumático**: término equívoco que se emplea para un sistema que consta de un muelle neumático y un fluido como transmisor de fuerza. Como el fluido es generalmente aceite y no agua, lo correcto sería «oleoneumático». Estos dispositivos se emplean generalmente en la suspensión, bien como conjunto de muelle y amortiguador, o bien como mecanismo para mantener constante la altura de la carrocería.

**Intercooler:** radiador donde se enfría el aire de admisión en motores sobrealimentados. El aire se calienta al pasar por el compresor (por el mismo efecto de la compresión) y por ello su densidad disminuye. Si ese aire -que sigue a la presión generada por el compresor- se enfría, aumenta de densidad. Es decir, aumenta la masa de aire que entra en el motor, lo que mejora su rendimiento. Hay dos tipos de intercoolers, los que usan aire como refrigerante, y los que usan agua del circuito de refrigeración. Estos últimos son más pequeños, plantean menos problemas de ubicación y su funcionamiento depende menos de la temperatura ambiente. Los de aire pueden reducir más la temperatura, si las condiciones son adecuadas.

**Inyección directa:** independientemente de si se trata de un motor de gasolina o diesel, se dice que el sistema de inyección es directa cuando el combustible se introduce directamente en la cámara de combustión formada por la culata y la cabeza del pistón, que suele estar labrado para favorecer la turbulencia de los gases, y mejorar así la combustión.

**Inyección indirecta:** en los motores de gasolina de inyección indirecta la gasolina se introduce antes de la cámara de combustión, en el denominado colector de admisión. En los Diesel de inyección indirecta, el gasóleo se inyecta en una precámara ubicada en la culata, y conectada con la cámara principal de combustión dentro del cilindro mediante un orificio de pequeña sección. Parte del combustible se quema en la precámara, aumentando la presión y enviando el resto del combustible no quemado a la cámara principal, donde se encuentra con el aire necesario para completar la combustión.

**Inyección electrónica:** en este tipo de inyección de combustible, la gestión de la apertura de los inyectores se realiza con la ayuda de la electrónica. Se trata de un sistema mucho más eficaz y de mayor control que los carburadores o la inyección mecánica, por lo que se ha impuesto con la llegada de las normativas anticontaminantes cada vez más estrictas. En los sistemas de inyección electrónica, la cantidad de combustible que se inyecta es función de la masa de aire que aspira el motor, la cual se mide mediante un sensor especial. Una sonda especial de temperatura también informa al procesador para calcular el tiempo de apertura de los inyectores y su frecuencia, en función de la velocidad de giro del motor. Si se utiliza un solo inyector que suministra el combustible a un colector común para todos los cilindros se dice que la inyección es monopunto, mientras que si existe un inyector para cada cilindro, la inyección es multipunto. Dentro de los sistemas de inyección multipunto se puede distinguir varios tipos. La inyección es continua si el combustible se regula mediante la presión de suministro del inyector, determinada por la fuerza de un muelle que presiona una aguja contra su asiento, comunicado con la tobera de salida. Esto quiere decir que el suministro de gasolina se produce incluso con la válvula de admisión cerrada, acumulándose la gasolina hasta que abre la válvula de admisión y se ve arrastrada por la corriente de aire.

En los sistemas de inyección intermitente, la apertura de los inyectores está gobernada por una señal eléctrica (la aguja que cierra y abre la tobera no está impulsada por la fuerza de un muelle, sino que se levanta mediante electromagnetismo), y se inyecta combustible una vez en cada ciclo. Entre los sistemas de inyección intermitente se habla de inyección simultánea si el «disparo» de combustible se realiza en el mismo instante para todos los cilindros, independientemente de la fase del ciclo en la que se encuentren, mientras que la inyección es secuencial cuando cada inyector suministra combustible a su correspondiente cilindro sólo durante la carrera de admisión.

**Inyección mecánica:** es un sistema que regula la entrega de combustible al colector de admisión o a los cilindros mediante señales mecánicas, como puede ser la energía cinética del aire de admisión, la presión de la gasolina, etc. En la actualidad, ya no se utilizan, pues todos los sistemas de inyección son electrónicos.

**Inyección piloto:** con la llegada de los sistemas de inyección Diesel por rampa común o common-rail se han desarrollado las aplicaciones de la inyección piloto. Se trata de pequeñas pre y post inyecciones a la inyección principal, de cara a mejorar la combustión y, por tanto, el rendimiento, reduciendo las emisiones y al mismo tiempo el ruido.

**Junta de culata:** lámina de material deformable que se interpone entre el bloque de cilindros y la culata para asegurar la estanqueidad en la cámara de combustión.

**LEV (Low emission vehicle):** son vehículos con bajo nivel de emisiones, entre los que podrían considerarse aquellos con motor de explosión y catalizadores especialmente afinados, o vehículos con sistemas de alimentación por mezcla pobre. Por definición, entran en esta categoría aquellos vehículos con emisiones de óxidos de nitrógeno inferiores a 0,12 gr/km; 2,11 gr/km de monóxido de carbono, y 0,047 gr/km de gases orgánicos.

**Lubricante:** es una sustancia capaz de reducir el coeficiente de fricción que existe entre dos piezas en contacto. A veces se trata sólo de una capa hasta mil veces más delgada que un cabello humano. Los más comunes son los lubricantes en estado líquido, como el aceite, pero los hay en estado semisólido (grasas), sólidos (como el grafito) e incluso gaseosos, como el aire.

**Mapa de encendido:** el avance de encendido depende del régimen de giro y de la carga del motor. Se puede representa gráficamente en un diagrama de tres ejes, en el que cada punto característico genera una superficie similar a un mapa cartográfico o a sucesión de «montañas y valles». Este mapa es el que se memoriza en la centralita electrónica del motor, y en función de los datos de funcionamiento y los almacenados en el mapa, el microprocesador de la unidad de control electrónica determina el avance de encendido ideal para cada momento.

**Mariposa:** en el motor de gasolina, es el mecanismo que ajusta la cantidad de aire que entra el motor. Puede haber una para todos los cilindros o una para cada cilindro (más raramente), pero todas ellas tienen un funcionamiento similar. Es una pieza redonda y plana (como una galleta) con un eje central sobre el que gira. Cuando está cerrada obtura el paso de aire; para abrirse, gira

sobre el eje; cuando está completamente abierta, queda de perfil y prácticamente no opone resistencia al paso de aire. La válvula está conectada al pedal del acelerador mediante un cable, o bien tiene un motor eléctrico que la abre o cierra según las órdenes de la centralita. También se utiliza la válvula de mariposa en sistemas de admisión variable, bien para cerrar uno de los dos conductos de admisión en motores de cuatro válvulas por cilindro, o bien en el colector de admisión para variar volumen o área de paso del aire.

**Mezcla:** es la proporción que hay entre combustible y aire. Es una mezcla estequiométrica cuando el aire contienen todo el oxígeno necesario para reaccionar con el carbono del combustible; es la mezcla teóricamente perfecta. En el caso de la gasolina, la mezcla o proporción estequiométrica es 14,7 gramos de aire por cada gramo de combustible. Si hay exceso de aire (más de 14,7 a 1) se dice que es una mezcla pobre. Si, por el contrario, hay defecto de aire, entonces es una mezcla rica.

Un motor Diesel siempre trabaja con mezcla pobre, porque el proceso de combustión del gasóleo no requiere una mezcla estequiométrica o rica para que se queme adecuadamente. En un motor de gasolina, en cambio, una mezcla pobre resulta muy difícil de quemar. Por esta razón, y por el funcionamiento del catalizador de tres vías que tienen los motores de gasolina, la mezcla es siempre 14,7 a 1 (lambda= 1) o ligeramente rica. La excepción son los llamados motores de mezcla pobre, que pueden trabajar hasta con proporciones aire combustible de hasta 50 a 1 gracias a la inyección directa.

**Motor de cuatro tiempos:** se denominan así porque el ciclo de trabajo se realiza en cuatro carreras del pistón, es decir, en dos vueltas del cigüeñal. Los tiempos son admisión, compresión, explosión y escape. Este ciclo de funcionamiento es el que rige los motores de gasolina (también conocidos como motores Otto) y los Diesel. La diferencia entre ambos es que en el motor Otto el combustible se mezcla con el aire necesario para su combustión, y se hace explotar en el interior de los cilindros mediante el encendido provocado por una chispa eléctrica procedente de una bujía.

En los motores Diesel, el combustible se inyecta directamente en la precámara o en la cámara de combustión (en el primer caso se dice que son de inyección indirecta, y en el segundo de inyección directa), y el encendido se produce de forma espontánea debido a las altas temperaturas que se alcanzan durante la elevada compresión.

**Motor de dos tiempos:** son motores en los que el ciclo completo de trabajo se realiza en dos carreras (o tiempos) del pistón, que corresponde a una sola vuelta del cigüeñal. Durante la subida desde el PMI al PMS se introduce la

mezcla de combustible y a la vez se comprime; la combustión se produce cuando el pistón llega al PMS, y durante la carrera de bajada los gases de la combustión se descargan a la vez que entra la nueva mezcla de combustible por unos orificios denominados lumbreras de escape y admisión respectivamente. Las ventajas de estos motores son precisamente la obtención de una explosión por cada vuelta del cigüeñal, y la sencillez que supone la ausencia de un sistema de distribución (válvulas, árboles de levas, etc.). En el lado negativo, su elevado consumo y las excesivas emisiones contaminantes comparados con los motores de cuatro tiempos.

**Motor eléctrico:** se denomina así al motor capaz de transformar la energía eléctrica que recibe almacenada en una serie de baterías en energía mecánica capaz de mover las ruedas del automóvil. Básicamente constan de dos partes, una fija denominada estator, y otra móvil respecto a esta última denominada rotor. Ambas están realizadas en material ferromagnético, y disponen de una serie de ranuras en las que se alojan los hilos conductores de cobre que forman el devanado eléctrico. En todo motor eléctrico existen dos tipos de devanados: el inductor, que origina el campo magnético para inducir las tensiones correspondientes en el segundo devanado, que se denomina inducido, pues en él aparecen las corrientes eléctricas que producen el par de funcionamiento deseado.

Los motores eléctricos se clasifican en dos grandes grupos según el tipo de corriente que necesita el inducido para su funcionamiento: de corriente continua y de corriente alterna.

**Motor eléctrico de corriente alterna:** funciona con corriente alterna, y se dividen en dos grandes grupos: asíncronos y sincronizó. En los motores eléctricos asíncronos el inductor es el estator y el inducido es el rotor. Son motores de simple construcción, robustos, de bajo coste y con poco mantenimiento, al carecer de escobillas y colectores en rozamiento. En su contra de cara a la utilización en automóviles está su tamaño (que los relega casi a uso industrial) y la dificultad para su control cuando hay que trabajar con velocidades de giro variables. Por su parte, en los motores síncronos el inductor es el rotor, y el inducido el estator. Ofrecen los mejores resultados para su utilización en el automóvil por su elevado rendimiento, ya que al encontrarse el inducido en el estator se facilita la evacuación de calor.

**Motor eléctrico de corriente continua:** funciona con corriente continua. En estos motores, el inductor es el estator y el inducido es el rotor (ver motor eléctrico). Fueron los primeros en utilizarse en vehículos eléctricos por sus buenas características en tracción y por la simplicidad de los sistemas de control de la electricidad desde las baterías. Presentan desventajas en cuanto al

mantenimiento de algunas de sus piezas (escobillas y colectores) y a que deben ser motores grandes si se buscan potencias elevadas, pues su estructura (y en concreto el rozamiento entre piezas) condiciona el límite de velocidad de rotación máxima.

**Motor rotativo:** se denomina también de pistón rodante, o motor Wankel, en honor a su inventor, Félix Wankel, que desarrolló este tipo de motor de explosión en 1954. Consiste en un rotor de tres caras con forma de triángulo equilátero de lados ligeramente convexos, que gira dentro de una cámara especial mediante una combinación de engranajes y un árbol excéntrico interior, de forma tal que el volumen libre entre las caras del rotor y de la cámara varía con el giro. El movimiento de este rotor o «pistón» triangular es orbital: al girar el eje no sólo gira el rotor, sino que también lo hace alrededor del eje, pues la relación de transmisión del dentado interno del rotor es de dos vueltas por cada tres que da el árbol principal. Esto genera unas vibraciones que se contrarrestan utilizando dos rotores desfasados 180 grados, aunque existen motores con tres o más rotores. Funciona según el ciclo de cuatro tiempos, y cuenta con lumbreras de admisión y escape para la entrada y salida de los gases. La ventaja frente a un motor de pistón alternativo es que se producen tres fases de trabajo por cada vuelta del árbol principal, ya que cada uno de los tres lados del rotor genera una cámara que trabaja según ciclos independientes. Por ello, a igualdad de potencia son más compactos, aunque sin embargo presentan problemas de estanqueidad en el rotor y en el cárter, ya que la compresión se realiza por el contacto entre las esquinas del rotor y la cámara, donde es muy difícil conseguir una correcta lubricación. Actualmente, sólo Mazda ofrece motores Wankel en vehículos de serie, combinados con la técnica de la sobrealimentación.

**Motricidad:** la motricidad es la fuerza de rozamiento de las ruedas motrices, en distintas circunstancias. Depende, por tanto, de la adherencia del suelo y de las condiciones en que la rueda se apoya sobre él. El estado de los neumáticos o los amortiguadores, la alineación de las ruedas o la transferencia de peso al acelerar son determinantes para la motricidad.

**Octano:** el índice de octano es una medida de la resistencia a la detonación de un combustible, con relación a un combustible de referencia.

**El combustible de referencia es una mezcla de dos:** uno muy poco detonante con índice 100 (2, 2,4-trimetil pentano o «isooctano») y otro muy detonante con índice 0 (n-heptano). Un combustible que tuviera índice de octano 75 sería equivalente a una mezcla del 75 por ciento de isooctano y del 25 por ciento de n-heptano. Por ejemplo, el butano tiene índice de octano 90, la gasolina Eurosúper tiene 95 y el alcohol metílico tiene 120.

Al ser un índice experimental y adimensional, la medición depende del método de medida. Los más comunes son dos: el «RON» (research octane number) y el «MON» (motor octane number). Cada uno de ellos mide la aparición de la detonación en condiciones distintas. Por tanto, dan índices distintos aunque el motor de prueba es el mismo en ambos casos. Las condiciones de medida de cada método, se presentan en la siguiente tabla.

## Condiciones de prueba

| Condiciones de la prueba | MON<br>ASTM D 2700 - ISO 5163 | RON<br>ASTM D 2699 - ISO 5164 |
|---|---|---|
| Motor | Cooperative Fuels Research | Cooperative Fuels Research |
| Temperatura ambiente | 38° C | Variable según la presión |
| Temperatura de la mezcla | 148,9 ° C | No especificada |
| Humedad | 3,56 - 7,12 g por kg de aire seco | 3,56 - 7,12 g por kg de aire seco |
| Temperatura del refrigerante | 100° C | 100° C |
| Temperatura del lubricante | 57° C | 57° C |
| Avance del encendido | Variable según la relación de compresión | 13° antes del PMS |
| Diámetro mínimo del carburador | 14,3 mm | Variable según la altura |
| Régimen del motor | 900 rpm | 600 rpm |

La gasolina que se consume en Europa tiene el índice de octano medido con el método RON; es decir, la gasolina de 95 tiene un índice de octano RON 95. En EE.UU. no utilizan normalmente ni el índice RON ni el MON, sino uno que es la media aritmética de los dos. A ese índice lo llaman «PON» («pump octane number», algo como «número de octano en el surtidor»).

En EE.UU. las gasolinas más comunes se llaman «regular» (octano PON 87), «mid-grade» (octano PON 89) y «premium» (octano PON 92); casi todos los coches están hechos para uso regular. No existe la misma relación entre tipo de gasolina y octanaje en todo el territorio de EE.UU. Una gasolina «regular» no necesariamente tiene el mismo número de octano en todos los Estados. En la tabla se pueden ver las equivalencias aproximadas entre esos tres tipos de combustibles en escala RON, con los de escala MON y RON.

# Octanaje de gasolina

| Equivalencia aproximada | MON | RON |
|---|---|---|
| Regular (octano PON 87) | 83 | 91 |
| Mid-grade (octano PON 89) | 85 | 92 |
| Premium (octano PON 92) | 88 | 96 |

**Orden de encendido:** cuando se diseña un motor, para conseguir una curva de par motor lo más plana posible y una sucesión uniforme de los ciclos de trabajo, es necesario determinar un orden de encendido. Se trata siempre de procurar que se reparta la carga en los cojinetes de bancada que soportan el cigüeñal, que no se produzca el encendido simultáneamente en dos cilindros adyacentes, y que las admisiones de los cilindros que están alimentados por un colector común no se obstaculicen entre ellas. Así, por ejemplo, en los motores de cuatro cilindros en línea es imposible evitar la sucesión de encendidos en dos cilindros cercanos, por lo que se suele usar el orden 1-3-4-2 ó 1-2-4-3. En un motor de seis cilindros en línea, el orden más utilizado es el 1-5-3-6-2-4.

**Overboos:** en los motores sobrealimentados, periodo durante el cual el sistema produce -a plena carga- una presión de alimentación mayor de la normal, con objeto de aumentar el par motor. Actualmente este sistema, con el adecuado control electrónico, puede tener en cuenta diferentes factores además de la carga, como la relación de cambio que esté insertada.

**Óxidos de nitrógeno (NOx)**: en la atmósfera solamente se encuentran cantidades apreciables de óxido nítrico y bióxido de nitrógeno, que a menudo se analizan juntos y se les da el nombre de «óxidos de nitrógeno» (NOx). El óxido nítrico es un gas incoloro, inodoro e insípido. Se produce naturalmente como resultado de la actividad biológica y de procesos de combustión. Los óxidos de nitrógeno son precursores de la formación de ozono.

**Par motor:** es una magnitud física que nos da una idea de cómo evoluciona la potencia de un motor. Representa la capacidad del motor para producir trabajo. Las explosiones en la cámara de combustión empujan el pistón hacia abajo, y su movimiento alternativo se convierte en giros del cigüeñal. Aquí se puede medir la fuerza del motor como un par de torsión. Se mide en Newton-metro, y teóricamente expresa la fuerza de torsión que tendríamos en el extremo de un brazo de palanca aplicado al motor que midiera un metro de longitud. El par depende del régimen de giro, pues la fuerza de las explosiones depende del llenado de la cámara. Según el motor, existe un régimen determinado al que se obtiene el par máximo. Y con el par que rinde el motor a cada régimen se determina la llamada curva de par. Como la potencia es cantidad de trabajo por unidad de tiempo, si sabemos el par motor de un coche y las revoluciones

por minuto a las que consigue alcanzar ese par (realizar ese trabajo) sabemos la potencia que alcanzará en ese régimen de giro ya que será capaz de realizar ese trabajo tantas veces como vueltas dé ese motor en un minuto, o en una hora o en un segundo.

**Par específico:** es la relación que existe entre el par máximo que genera un motor y su cilindrada. Los motores que alcanzan mayores cifras de par específico son los turbodiesel de gran cilindrada.

**Paralelogramo deformable:** sistema de suspensión en el que la unión entre la rueda y la carrocería son elementos transversales, colocados en diferentes planos. Toma su nombre de los primeros sistemas de este tipo, en los que hay dos elementos superpuestos paralelos que, junto con la rueda y la carrocería, forman la aproximadamente la figura de un paralelogramo. Al moverse la rueda con relación a la carrocería, ese paralelogramo se «deforma». No todos los paralelogramos deformables son tan simples, los hay con varios elementos (hasta cinco) y no todos ellos transversales, también alguno oblicuo. El paralelogramo deformable es fácilmente visible en la suspensión delantera de una fórmula.

**Pila de combustible:** a juzgar por los proyectos de desarrollo de la mayoría de los grandes fabricantes de automóviles, parece que los vehículos dotados de pilas de combustible serán una realidad en muy poco tiempo. Se trata de acoplar al vehículo una especie de central química en miniatura en la que se desarrolla un proceso de electrólisis inversa, es decir, se hace reaccionar oxígeno e hidrógeno para producir la electricidad necesaria para alimentar un motor eléctrico, eliminando así el problema actual de los coches eléctricos, que es el de la escasa autonomía de sus baterías. El oxígeno necesario para la reacción se toma directamente del aire, mientras que el hidrógeno se puede suministrar puro, o bien obtenerlo de la combustión de gasolina o metanol, que produce hidrógeno y otros subproductos fáciles de tratar en catalizadores especiales. Se encuentran en fase de desarrollo. Se trata de reducir el tamaño (todavía ocupan mucho espacio) y bajar las temperaturas de funcionamiento, que están por encima de los 100 grados.

**Pistón:** es la parte móvil de la cámara de combustión formada por el cilindro y la culata. Tiene tres importantes misiones: comprime la mezcla, transmite la fuerza de las explosiones que provocan su movimiento de vaivén al cigüeñal a través de la biela, e impide que los gases quemados tras la combustión puedan filtrarse hacia el cárter. Por lo general son de aleaciones especiales de aluminio, para conseguir ligereza, dureza y buena conductividad térmica, ya que deben resistir altas presiones, elevadas temperaturas y están sometidos a un gran desgaste por fricción. Los pistones son de una pieza, y se pueden dividir en la

cabeza, parte que soporta directamente el empuje de los gases tras la combustión, y la falda o cuerpo, que es la parte inferior, encargada de mantener al pistón recto en el interior del cilindro. Para que el acoplamiento entre pistón y paredes del cilindro sea adecuado, la falda se diseña ligeramente ovalada y cónica. Esta forma, en frío, se transforma en un cilindro casi perfecto una vez que se ha dilatado debido a la temperatura. Su cometido le obliga a encajar perfectamente en el interior del cilindro por el que se desplaza en movimiento alternativo.

**Potencia:** es la cantidad de trabajo que se realiza en una unidad de tiempo. La potencia de un motor se mide en kilovatios (kW) según la actual norma de homologación UE o en caballos (CV) según la antigua norma DIN; es el resultado de multiplicar el par motor por el número de revoluciones. Por ello suele suceder que, a pesar de que el par motor disminuye a partir de cierto régimen de giro (el que corresponde con el par máximo), la potencia siga aumentando, siempre que el incremento de régimen compense la pérdida de par.

**Potencia específica:** se denomina potencia específica a la relación entre la potencia de un motor y su cilindrada total. Por lo general, resulta más fácil conseguir potencias específicas altas con motores de gasolina de poca cilindrada capaces de girar altos de vueltas. Los motores turboalimentados consiguen pues altísimas potencias específicas, pero entre los motores atmosféricos que se montan en coches de serie, Honda tiene dos auténticos récords: un 1,6 de 160 CV, que supone 100 CV/litro, y un 2,0 de 240 CV, con nada menos que 120 CV/litro.

**Pre-encendido:** cuando se produce un encendido anormal en la cámara de combustión, antes de que llegue el frente de llama, se denomina pre-encendido. Por lo general, puede ser provocado por puntos muy calientes o partículas incandescentes que han quedado depositadas en la cabeza del pistón, o bien a consecuencia de una bujía demasiado caliente. Es muy perjudicial para el motor, pues puede provocar anomalías en el funcionamiento al producirse presiones contrapuestas en lugares no previstos por el fabricante, lo que provoca tensiones enormes en los elementos de un motor.

**Presión media efectiva (p.m.e.):** ofrece una indicación del empuje de los gases durante las fases de combustión y expansión, así como de las pérdidas por calor o fricción durante un ciclo operativo en un motor. Se trata, por tanto, de un parámetro fundamental para valorar las prestaciones del motor, pues multiplicando la p.m.e por el área de la cabeza del pistón, se obtiene la fuerza media que cada pistón desarrolla en la manivela del cigüeñal. La p.m.e es proporcional al par motor y, para un régimen de rotación determinado, también a la potencia suministrada. Se mide por lo general en kilopascales (kPa) o $kg/cm^2$.

**Prestaciones**: servicios, comodidades que ofrece una cosa. Los automóviles actuales ofrecen buenas prestaciones. La Academia da una definición más amplia que la que se utiliza generalmente en los medios especializados cuando se habla de prestaciones. Los periodistas del motor hablan de prestaciones para referirse a la capacidad de aceleración y deceleración que tienen los automóviles.

**Punto muerto inferior (PMI):** es el punto más cercano al cigüeñal que alcanza el pistón en su movimiento alternativo dentro del cilindro. Antes de llegar a ese punto, el pistón reduce su velocidad, se para, e inicia un nuevo recorrido en sentido contrario en constante aceleración hasta que alcanza su velocidad lineal máxima.

Esta velocidad lineal máxima de cada carrera (la velocidad máxima absoluta depende del régimen de giro del motor) se alcanza generalmente algo después de superar la mitad de la distancia que separa el punto muerto inferior del punto muerto superior. En el recorrido alternativo del pistón, el punto muerto inferior es el más alejado de la culata.

**Punto muerto superior (PMS):** es el punto más cercano a la culata que alcanza el pistón en su movimiento alternativo dentro del cilindro. Antes de llegar a ese punto, el pistón reduce su velocidad, se para, e inicia un nuevo recorrido en sentido contrario en constante aceleración hasta que alcanza su velocidad lineal máxima.

Esta velocidad lineal máxima de cada carrera (la velocidad máxima absoluta depende del régimen de giro del motor) se alcanza generalmente algo después de superar la mitad de la distancia que separa el punto muerto superior del punto muerto inferior. En el recorrido alternativo del pistón, el punto muerto inferior es el más alejado del cigüeñal.

**Rozamiento:** es la fuerza que se opone al movimiento de un cuerpo producto de la rugosidad de los materiales que se encuentran en contacto. El rozamiento se opone al movimiento transformando parte de la energía mecánica en calor (energía térmica). Por ejemplo, gracias al rozamiento, los neumáticos pueden transmitir la potencia del motor al suelo, y hacer que el coche avance. Asimismo, los frenos pueden detener un vehículo. En ambos casos, se está convirtiendo una energía en calor. En el interior de un motor, el rozamiento entre las partes móviles debe ser mínimo, pues cuanto mayor sean las pérdidas por calor, peor será el rendimiento. Esta es la razón de ser de la lubricación: reducir al máximo el rozamiento.

**Rueda libre:** se trata de un mecanismo que elimina la conexión directa entre motor y ruedas del vehículo cuando el motor no está «tirando» de él (al levantar el pie del acelerador, por ejemplo, momento en el que el motor tiende a caer de vueltas, pero el impulso del vehículo le obliga a seguir girando deprisa), lo que le permite seguir avanzando libremente. Actúa como si fuera un embrague automático: el motor gira a régimen de ralentí hasta que se vuelve a pisar el acelerador y vuelve a transmitir fuerza de giro a las ruedas motrices. Ya no se utiliza en automóviles modernos, aunque Volkswagen recurre a un mecanismo de este tipo en su VW Lupo 3L para conseguir homologar un consumo medio inferior a los 3 litros cada 100 km (se aprovecha el impulso del coche para avanzar, por ejemplo en las cuestas abajo, sin que intervenga el freno motor.

**Radiador:** se denomina radiador a un intercambiador de calor líquido-aire, formado por un haz de tubos por los que circula el agua caliente del sistema de refrigeración, que se enfría al pasar por una superficie aleteada recorrida por la corriente de aire en la que se disipa el calor. Los radiadores suelen ser de latón o cobre, metales con buena resistencia a la corrosión, gran conductividad térmica, y facilidad de conformación y reparación. En algunos motores también se utilizan los radiadores para enfriar el aceite del sistema de lubricación por el mismo principio.

**RDC (Reifen Druck Control**): sistema de control de presión y temperatura en el interior de neumáticos, estrenado por BMW en su Serie 3 de 1998, y posteriormente adaptado al resto de la gama.

**RDS: siglas de «Radio Data System».** Sistema que incluye información codificada digitalmente en la emisión de radio. Estos códigos tienen distintas utilidades, como mostrar el nombre de la emisora, interrumpir la emisión para dar noticias sobre tráfico, encontrar la emisora que mejor se recibe o cambiar la frecuencia para mantener una misma emisora en áreas distintas. Aunque el receptor de radio tenga todas estas y otras muchas funciones, no sirven de nada si no hay emisoras que envíen esos códigos.

**Recirculación de gases de escape (EGR):** es un sistema que introduce parte de los gases de escape en el colector de admisión. El propósito de este sistema es reducir la proporción de óxido de nitrógeno en los gases de escape, que se forman tanto más cuanto más alta es la temperatura en la cámara de combustión. Con la recirculación de gas de escape se reduce esa temperatura.

El gas de escape es inerte; es decir, no reacciona con la gasolina o el gasóleo. Al añadir una cierta cantidad de gas de escape, la atmósfera menos rica en oxígeno produce una combustión menos caliente. La cantidad de gas de escape recirculado depende del régimen y la carga.

En el eje vertical está la presión media efectiva (que coincide con el par motor en cada régimen) y en el eje horizontal está el régimen; en toda el área azul más clara no hay nada de recirculación de gas de escape. El área azul más oscura indica las condiciones de máxima recirculación de este motor: régimen entre 1.500 y 2.500 rpm, y muy poca carga (acelerador poco pisado).

**Recuperación:** aceleración que se mide sin cambiar de marcha y desde un régimen del motor bajo o medio. El objeto de las pruebas de recuperación es tener un dato sobre la respuesta del coche en marchas largas a medio régimen. La medición más común de la recuperación es el tiempo necesario para pasar de 80 a 120 km, en las marchas más largas a partir de la cuarta. La capacidad de recuperación de un vehículo depende de la potencia del motor a bajo y medio régimen, de los desarrollos de transmisión y del peso.

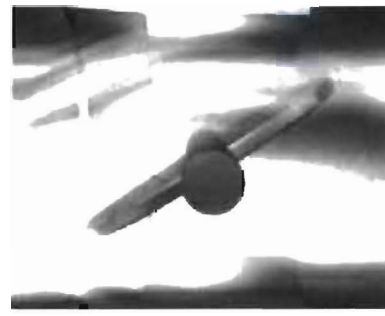
**Reductora:** mecanismo que permite reducir la velocidad de giro de las ruedas motrices sin variar el régimen de giro del motor. La diferencia entre una reductora y una marcha más corta (con la que se consigue también un efecto reductor) consiste en que la reductora afecta a todas las relaciones de cambio. Es decir, un vehículo con una caja de cambios de cinco marchas y reductora, dispone en realidad de diez relaciones de cambio, cinco largas y cinco cortas.

**Régimen:** velocidad angular. Referido a un motor, se expresa normalmente como revoluciones por minuto (rpm). El régimen de ralentí es en el que queda el motor cuando está en marcha y el conductor no pisa el acelerador. El régimen de par máximo o potencia máxima es la velocidad angular en la que el motor alcanza esos valores. El régimen máximo es el límite de la aceleración del motor. Se puede rebasar el régimen máximo si se engrana una marcha demasiado corta; la inercia del coche puede entonces acelerar el motor por encima de su régimen máximo, aunque los sistemas de protección hayan cortado la alimentación. Se dice entonces que el motor ha sufrido un «sobrerégimen» o -en jerga- un «pasón de vueltas» o un «voltaje».

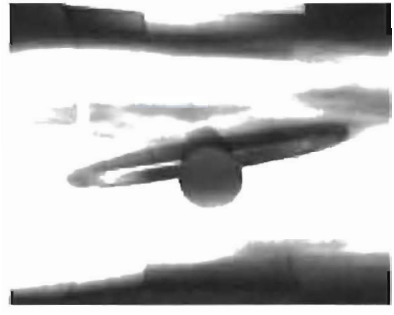
**Ralentí:** número de revoluciones por minuto al que funciona un motor de explosión cuando no está acelerado. En condiciones normales es estable, pero puede aumentar si, por ejemplo, entra en funcionamiento el aire acondicionado. Normalmente está entre 700 y 1.100 rpm.

Una de las causas por las que un motor de gasolina presenta un rendimiento tan desfavorable en comparación con el de uno diesel, cuando funciona a cargas parciales, es la válvula de mariposa del acelerador.

Mariposa casi en ralentí



Mariposa en carga parcial



Mariposa en plena carga
Válvula de mariposa

**Figura 4. Mariposa**

Así como en un motor Diesel siempre entra la mayor masa de aire posible a los cilindros y la carga se regula con la cantidad de combustible que se inyecta, en un motor de gasolina la proporción de aire y combustible que forman la mezcla es prácticamente constante (salvo en los de mezcla pobre). Esto hace que, cuando la potencia requerida es baja, además de reducir la cantidad de gasolina inyectada, ha de limitarse en la misma medida el flujo de aire que entra a los cilindros.

Esto se consigue en la inmensa mayoría de los motores existentes en la actualidad por medio de una válvula de mariposa accionada directa o indirectamente por el pedal del acelerador. Cuando el conductor lo pisa a fondo, la mariposa queda completamente abierta, dejando paso libre al máximo flujo de aire que el motor es capaz de aspirar. Cuando se deja de acelerar, la válvula se cierra en función de la posición del pedal, ofreciendo una mayor resistencia al paso del aire.

El mayor inconveniente de este sistema es que, salvo en las contadas ocasiones en las que esté trabajando a plena carga (acelerador a fondo), el motor tiene que realizar constantemente el esfuerzo suplementario que supone hacer pasar el aire a través de un obstáculo, la propia válvula de mariposa. El efecto es el mismo que succionar con el émbolo de una jeringuilla mientras taponamos parcialmente la punta con un dedo: cuanto más dificultemos la entrada de aire, mayor será el esfuerzo que debamos realizar.

Hasta el momento, sólo algunos motores de inyección directa de gasolina podían prescindir de la válvula de mariposa, cuando funcionan con mezcla estratificada. A diferencia de los de carga estequiométrica, en los que la mezcla de aire y combustible ocupa toda la cámara de combustión, en los de carga estratificada la gasolina es confinada en una pequeña región cerca de la bujía en la que la proporción entre combustible y oxígeno es la precisa. Fuera de ella, se puede introducir tanto aire como se quiera puesto que no participa directamente en la combustión, por lo que no hay necesidad de limitar su entrada mediante la válvula de mariposa. No obstante, los motores de inyección directa de gasolina y mezcla estratificada tienen unas emisiones contaminantes notablemente superiores a los de inyección indirecta, por lo que precisan de sistemas de limpieza más complejos y caros.

**Relaciones de cambio:** para adecuar la velocidad de giro del motor a la de las ruedas, se conecta el primero a una serie de engranajes a través de la caja del cambio de marchas. El objetivo no es sólo reducir la velocidad de giro del motor en su engranaje con las ruedas, sino también multiplicar su fuerza de giro. Para ello, se utiliza una primera reducción a través de las parejas de engranajes de cada marcha.

La relación que hay entre el tamaño de estos engranajes es la relación de cambio. Si se dice que una determinada marcha tiene una relación de cambio de 2 a 1, esto implica que en esa marcha, por cada dos vueltas que recibe el cambio desde el motor, transmite sólo una al diferencial, mientras que la fuerza que llega del motor al cambio se ha multiplicado por dos. Por lo general, el escalonamiento de las marchas se hace de forma que la primera disminuya mucho el giro del motor y aumente mucho la fuerza. Se dice que una marcha es directa cuando la relación de transmisión es de 1 a 1, es decir, transmite exactamente la misma fuerza y el mismo giro que llega del motor. En las marchas más altas se suelen utilizar relaciones de cambio inferiores a uno, que aumentan el giro y disminuyen la fuerza del motor. Por eso en primera velocidad el vehículo arranca con facilidad pero las ruedas giran despacio, mientras que en cuarta o quinta, para la misma fuerza del motor e igual régimen de giro, el vehículo no sube pendientes con la misma facilidad.

**Relación de compresión:** es la relación que existe entre el volumen máximo del cilindro (es decir, cuando el pistón está en el punto muerto inferior) y el mínimo (cuando está en el punto muerto superior). Esta relación no es igual en un motor de gasolina que en un Diesel. En el primer caso varía desde 8:1 de los motores sobrealimentados hasta unos 12:1 para los atmosféricos, mientras que en los Diesel puede ir desde los 18:1 de los sobrealimentados a los 23:1 de los motores atmosféricos.

**Relación estequiométrica**: para que la combustión de la mezcla aire/ gasolina se lleve a cabo de forma perfecta, la relación ideal debe ser de 14,7 gramos de aire por cada gramo de gasolina. En estas proporciones, la relación aire/ gasolina se conoce con el nombre de relación estequiométrica, y el valor Lambda en este caso es igual a la unidad. En los motores dotados de catalizador (todos los modernos de gasolina), la proporción de la mezcla utilizada no se realiza en función de la calidad de la combustión, sino de la necesidad de que los gases de escape sean pobres en oxígeno, para poder reducir los óxidos de nitrógeno y descomponerlos en nitrógeno y oxígeno. La sonda lambda se encarga de medir la composición de estos gases de escape y de enriquecer o empobrecer la proporción de gasolina en la mezcla de admisión.

**Relación de expansión:** nos indica la variación o relación de volumen desde que el cilindro se encuentra en el punto muerto superior hasta que pasa al punto muerto inferior.

**Relación de par:** es la máxima desviación en el par que ejerce cada semieje de un diferencial. Se expresa -con relación a la unidad- como el cociente del par que transmite el semieje que transmite más par, entre el par que transmite el semieje con menos par.

En un diferencial libre normal (sin bloqueo) la relación de par es 1 a 1. El par que pueden hacer conjuntamente los dos semiejes es -como máximo- el doble del que puede hacer el semieje con menos par. Si se trata de dos ruedas motrices, y la que menos adherencia tiene hace 50 Nm, la que más adherencia tiene no puede hacer más de 50 Nm (100 Nm en total). Con una relación de par de 4 a 1, si una rueda hace 50 Nm, la otra puede hacer hasta 200 Nm (250 Nm en total); es decir, con una relación de par de 4 a 1 se puede transmitir hasta dos veces y media más par que con un diferencial libre normal.

**Rendimiento térmico:** indica el calor procedente de la combustión que se transforma en trabajo; se puede expresar como una proporción (rendimiento térmico del 35 por ciento). Una magnitud que expresa bien el rendimiento térmico es el llamado «consumo específico», que se mide en gramos de combustible necesarios para obtener un kilovatio hora (o caballo hora). El rendi-

miento térmico de un motor varía con la carga y el régimen; normalmente el máximo valor de rendimiento térmico está cerca del régimen de par máximo y casi a plena carga.

**Rendimiento volumétrico:** es la relación entre la masa de aire que hay en el cilindro en el punto muerto inferior, y la que podría haber, dado el volumen de la cámara y la presión atmosférica. El rendimiento volumétrico es del 100 % si ambas masas son iguales; es inferior al 100 % si hay menos aire del que podría haber a presión atmosférica; es superior al 100 % si hay más aire del que podría haber a presión atmosférica.

En un motor atmosférico de gasolina, el rendimiento volumétrico es siempre inferior al 100 % cuando el motor no trabaja en carga parcial, porque la mariposa limita la entrada de aire. Si funciona a plena carga, puede llegar al 100 % en un margen de régimen más o menos estrecho. Algunos motores atmosféricos pueden superar el 100 % de rendimiento volumétrico por efecto de la resonancia del aire; es decir, en un cierto intervalo de régimen, están «sobrealimentados por resonancia».

En un motor atmosférico Diesel, el rendimiento volumétrico se acerca al 100 % en todo caso, porque, la entrada de aire no está limitada. En motores sobrealimentados, gasolina o Diesel, el rendimiento volumétrico puede ser superior al 100 %, porque la presión en el colector de admisión es mayor que la atmosférica.

**Relación peso/potencia:** se suele emplear esta relación tomando la potencia máxima en CV, aunque sería más correcto hacerlo en kW. Con el actual nivel que tienen estas dos magnitudes, una buena relación peso potencia está por debajo de 10 kg/CV (7,4 kg/kW). Por encima de 12 kg/CV (8,8 kg/kW) la relación peso potencia es mala en términos generales. Cuanto menor es la relación peso potencia, mayor es la aceleración.

**Repartidor de frenada:** en una frenada, la fuerza rozamiento siempre es mayor en las ruedas delanteras; por tanto, la presión sobre los frenos también puede ser mayor. Sin embargo, la distribución de presión más adecuada entre los frenos delanteros y traseros depende de distintos factores; por ejemplo, la carga en el maletero. Para adecuar la fuerza de frenada a condiciones variables hay repartidores, que distribuyen la fuerza de frenada entre las ruedas delanteras y traseras. Un sistema mecánico para hacerlo es ligar la presión de frenada a la altura de la carrocería en la parte trasera; cuanto mayor sea la deceleración, tanto más se inclina el coche hacia adelante. Al inclinarse, disminuye la presión de las ruedas traseras sobre el suelo, y por ello la fuerza de rozamiento. El sistema mecánico reduce la fuerza de frenada a medida que aumenta la altura

de carrocería. Es más preciso un sistema electrónico (llamado EBD o EBV), que detecta el deslizamiento de las ruedas mediante los sensores del ABS. Al controlar el deslizamiento en lugar de la altura de carrocería, es posible aplicar más presión de frenada sobre las ruedas traseras, sin peligro de que resulte excesiva y haga la frenada inestable.

**Reparto de peso**: en el sentido común de la expresión, se entiende como tal la proporción de carga que soporta cada eje, con el coche parado y en una superficie plana. Se expresa en tanto por ciento; un reparto 60/40 indica que el 60 por ciento del peso recae en las ruedas delanteras, y un 40 en las traseras. Así entendido, el reparto de peso indica donde está situado el centro de gravedad sobre el eje longitudinal, en relación a los ejes.

**Resistencia aerodinámica:** aplicada a un coche, se expresa como la fuerza que necesita para desplazarse (dentro de la atmósfera), sin tener en cuenta el rozamiento con el suelo.

Aunque las imágenes en el túnel de viento sugieren otra cosa; es el vehículo lo que se mueve dentro del aire (como lo hace un barco dentro del agua), no el aire sobre el vehículo. En una máquina normal, la mayor cantidad de resistencia aerodinámica se debe a la necesidad de desplazar el aire y a las diferencias de presión que se forman debido a ello. La depresión que se forma en la parte posterior del vehículo es la principal causa de resistencia aerodinámica.

Para valorar la eficacia aerodinámica, desde el punto de vista de la resistencia al avance, es necesario considerar tanto la superficie frontal como su coeficiente de penetración. El producto de estas dos variables se conoce como factor de resistencia aerodinámica o SCx, que se mide en m.

La fuerza necesaria para desplazarse en la atmósfera es proporcional a la superficie frontal (S), al coeficiente de penetración (Cx), a un medio de la densidad del aire ($\rho$) y al cuadrado de la velocidad del coche con relación al aire, no con relación al suelo (v).

$$F = S \cdot Cx \cdot \tfrac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

**Resorte:** es el elemento elástico de las suspensiones, encargado de absorber la energía que se genera cuando un vehículo pasa por un bache. Pueden ser de varios tipos: barras de torsión, ballestas o muelles helicoidales. En cualquiera de los casos, el resorte soporta por sí solo el peso del vehículo, es decir, marca la altura del coche al suelo, independientemente del estado de los amortiguadores.

**Rigidez torsional estática**: en referencia al bastidor de un vehículo, es la fuerza necesaria para conseguir una cierta torsión sobre su eje longitudinal. Por ejemplo, cuando se escurre un trapo, éste opone una cierta fuerza a ser retorcido; esa fuerza aumenta a medida que se retuerce más. Podría decirse que la rigidez torsional de un trapo poco retorcido es menor que la de uno igual que lo esté mucho.

**Rigidez torsional dinámica:** referida al bastidor de un coche, es la frecuencia en la que entra en resonancia, si se le aplica un esfuerzo torsional. Cuanto más alta sea esa frecuencia, menos flexible es el bastidor.

**Seguridad activa:** al hablar de seguridad activa en un automóvil se hace referencia al conjunto de mecanismos o dispositivos destinados a disminuir el riesgo de que se produzca un accidente. Así, unos frenos eficaces, una dirección precisa, unos neumáticos y amortiguadores en buen estado o un motor con buena capacidad de respuesta son factores que intervienen en la seguridad activa. Si bien, los sistemas específicamente desarrollados en las últimas décadas para mejorar la seguridad activa son el antibloqueo de frenos, la tracción total o los controles de estabilidad y tracción.

**Seguridad pasiva:** se encarga de minimizar los posibles daños de los ocupantes del vehículo en el caso de que llegue a producirse un accidente. En la seguridad pasiva se engloban desde el diseño de las estructuras de deformación del vehículo para que absorban la energía en caso de impacto hasta los cinturones de seguridad o los airbag.

**Seguridad preventiva**: afecta a todos aquellos aspectos que influyen en el conductor para que no llegue a producirse un accidente, por lo que se pueden incluir entre los elementos de seguridad preventiva desde un diseño que asegure la ergonomía y la visibilidad o una correcta climatización hasta unos asientos cómodos y que sujeten correctamente el cuerpo.

**Servofreno de emergencia:** sistema que amplifica la asistencia del servofreno si el conductor pisa rápidamente el pedal. Según distintos estudios, la mayoría de conductores no presiona suficientemente el pedal ante una frenada de emergencia. Este sistema lo compensa aumentando la asistencia, para alcanzar la máxima capacidad de frenado que pueda dar el coche. Entre otros nombre, se conoce como BAS, acrónimo de Brake Assist System.

**Semieje:** cada uno de los ejes de transmisión que salen de un diferencial. En un coche de dos ruedas motrices hay un semieje para cada una de ellas. En uno de cuatro ruedas motrices con diferencial central hay, además, un semieje delantero y uno trasero. Se conoce también como «palier» o, de forma más ambigua, «transmisión».

**Sincronizador:** dispositivo que permite que dos ruedas o piñones que van a engranar igualen sus velocidades para hacer la transmisión de movimiento más suave. Se utilizan en las cajas de cambios manuales para conseguir cambios más precisos. Según su mecanismo de funcionamiento, pueden ser de bolas o de anillos. En un principio, y por razones de economía, no se utilizaban ni en la marcha atrás ni en las marchas cortas hacia delante, pero en la actualidad se suelen usar sincronizadores en todas las marchas.

**Sinterización:** es un proceso industrial de conformación de los metales en el que, primero se reducen a un polvo muy fino que después se comprime en moldes adecuados a presión y temperatura controladas. Se aplica principalmente para piezas difíciles de moldear por fundición, o difíciles de forjar o mecanizar. Tiene limitaciones como las dimensiones de las piezas, que tienen que ser pequeñas; o su forma, pues debe ser sencilla para que la compresión sea más fácil. Su ventaja es que permite controlar muy bien el proceso previo a la fusión y, por tanto, la calidad y el peso de la pieza, aunque el proceso es más largo que la fundición convencional, y el utillaje a utilizar resulta más caro.

**Sobrealimentación:** en un motor atmosférico, tan sólo un cuarto de la energía que se produce en la combustión se transforma en energía útil para mover el automóvil.

El resto se pierde en calor. Para aumentar el rendimiento de los motores se utiliza la sobrealimentación, técnica consistente en introducir en los cilindros más aire del que pueden aspirar por efecto de la presión atmosférica. Para ello se utiliza una bomba especial. En términos generales, si esta bomba es accionada por el propio motor se denomina compresor y, si se mueve aprovechando la fuerza de los gases de escape, turbocompresor.

**Soldadura**: método para unir dos piezas mediante la aplicación de calor, que las funde en parte. Casi todos los bastidores se fabrican con planchas metálicas prensadas para darles forma y soldadas entre sí. Hay distintos métodos de soldadura; el más frecuente consiste en aplicar electrodos en el solapamiento de las piezas; la corriente eléctrica que pasa entre ellos funde el metal. En ciertos casos se emplea soldadura mediante láser, que funde el metal no en puntos aislados, sino de forma continua en todo el solapamiento de las piezas.

**Sonda Lambda**: los catalizadores de tres vías necesitan una regulación de oxígeno muy precisa para funcionar correctamente, para lo cual se monta antes del catalizador una sonda conocida con el nombre de sonda Lambda. Su misión es informar al sistema de alimentación sobre el factor del mismo nombre (factor Lambda), pues el catalizador sólo funcionará bien si el factor Lambda es en todo momento igual a uno. Si no es así, la sonda envía una señal eléctrica

a la centralita electrónica para reajustar la relación aire/combustible de la inyección. La sonda está insertada en el tubo de escape, cubierta por una carcasa que la protege de las altas temperaturas. Recubierta de un cuerpo cerámico impregnado de platino en su cara interior, a partir de unos 200 °C, la sonda actúa de catalizador para recombinar el oxígeno presente en los gases de escape. La diferencia de concentración de oxígeno entre la parte de la sonda dentro del escape y la que está en contacto con la atmósfera, genera una corriente eléctrica que sirve como señal al calculador para saber si se debe retocar la inyección.

**Suspensión:** en los carruajes, cada una de las ballestas y correas destinadas a suspender la caja del coche, a fin de dar a esta un movimiento En los automóviles y vagones del ferrocarril, conjunto de las piezas y mecanismos destinados a hacer elástico el apoyo de la carrocería sobre los ejes de las ruedas. La definición que da el Diccionario de la Real Academia para los carruajes es plástica y extensible a los automóviles de hoy en día, si bien habría que sustituir ballestas por otro tipo de elemento elástico. La carrocería de un coche va suspendida en las ruedas.

Imaginemos que en lugar de ruedas ponemos cuatro postes clavados en el suelo. Si unimos los postes con cintas, dos a dos, podemos colocar la carrocería encima y ya la tenemos suspendida. En lugar de sobre ruedas, sobre postes, pero el principio es el mismo. Claro que, si no se toman más precauciones, y se sustituyen los postes por ruedas sin más, o las clavamos en el suelo como los postes o en cuanto coloquemos la carrocería encima, las ruedas se «despatarrarán» y la carrocería acabará en el suelo, eso sí, muy bien colocada sobre la cinta que unía las ruedas. El sistema más básico para evitar que las ruedas se separen es unir solidariamente una con otra. Se puede poner un eje tan gordo como se quiera, que gire con las ruedas, y así será imposible que se separen o se «despatarren». El límite de anchura de ese eje sería el diámetro de las ruedas. (Si se alcanza ese límite, entonces lo que se tiene es un rodillo.) Una vez se tiene las ruedas bien unidas, ya se puede colgar algo de ellas. Los carruajes primitivos, por ejemplo, colgaban dos cintas cortas (que no llegaran al suelo) de cada eje que unía las ruedas y de esas cintas suspendían la carrocería. Si esas cintas son elásticas, se convierten en resortes (los muelles actuales), que absorben y suavizan las brusquedades del movimiento. Los muelles helicoidales actuales, o las barras de torsión o las ballestas, cumplen exactamente la misma función que aquellas cintas: suspender la carrocería del eje. Son por tanto los elementos fundamentales de la suspensión.

**Suspensión autonivelante**: en algunos vehículos en los que hay grandes variaciones de la carga que se transporta, y para evitar que se desnivele cuando se circula cargado, se utilizan amortiguadores especiales que permiten regular el nivel de la carrocería, de forma que se mantiene la altura al suelo independien-

temente de las condiciones de carga. Para ello, los amortiguadores cuentan con un sistema neumático que se pone en funcionamiento cuando un sensor electrónico de altura detecta que las condiciones de carga del vehículo han variado.

**Suspensión de altura variable:** como podemos ver en el apartado de suspensión (más arriba) la carrocería se apoya (o suspende) sobre los muelles. Por tanto, si se varía la longitud de los muelles, varía la altura de la carrocería con respecto al suelo. Eso es inevitable. Queda claro, entonces, que todas las suspensiones son de altura variable. Pero cuando decimos que un vehículo tiene suspensión de altura variable, lo que queremos decir es que su altura varía sin sustituir los muelles. ¿Que significa eso? pues que esos vehículos llevan muelles de longitud variable. Y ¿qué muelles hay que sean de longitud variable? Los muelles neumáticos. Estos muelles funcionan como una rueda (que de hecho es el otro muelle sobre los que se suspenden los coches actuales). Si deshinchamos la rueda, la altura del coche baja y si la hinchamos sube. Pues el muelle que va desde el eje que une las ruedas hasta la carrocería, en estos casos de suspensión de altura variable, también es neumático. En lugar de un muelle helicoidal o una ballesta, se pone un cilindro lleno de aire (u otro gas) unido al eje de las ruedas y un pistón que se desplaza por su interior unido a la carrocería. Que se quiere subir la carrocería, se infla el cilindro y sube el pistón. Que se quiere bajar, se desinfla y punto. Se puede inflar con una bomba como las de bicicleta o con un compresor movido por el motor del coche. Lo normal es un compresor. Con una palanca el conductor puede decidir qué altura quiere o el propio sistema del coche, mediante sensores, adecua la altura a las necesidades del terreno.

**Suspensión independiente:** aquella en la que no hay una unión rígida entre las ruedas de un mismo eje. Hay básicamente tres tipos de suspensión independiente, según el movimiento de la rueda con relación a la carrocería: McPherson, paralelogramo deformable y rueda tirada. En la primera el movimiento de la rueda es casi perpendicular, porque está guiado por el amortiguador telescópico. En la segunda el movimiento es básicamente transversal y en la tercera longitudinal. Hay sistemas de suspensión difíciles de catalogar mediante esta clasificación porque tienen varios elementos de unión entre rueda y carrocería. Pero -en cualquier caso- siempre hay uno de ellos principal, que determina el movimiento de una con relación a otra.

**Starter:** se trata de un mecanismo típico de los vehículos alimentados por carburador para facilitar el arranque en frío. Con temperaturas bajas, parte de la gasolina que pasa del carburador al motor (ya mezclada con aire) se condensa en las paredes interiores de los colectores de admisión. Para ello se recurre a enriquecer la mezcla con más gasolina, de modo que haya un exceso de

carburante que compense el que se «pierde» por el camino. Esto se hace con el starter, que puede ser automático o manual. En este último caso, es importante volver a cerrar el mando del starter cuando el motor coge temperatura, pues de no ser así, una vez caliente el motor recibiría un exceso de carburante que no sería capaz de quemar, dando lugar a carbonilla, a un exceso de emisiones contaminantes y a depósitos que pueden pasar al cárter. En los motores con inyección electrónica todo el proceso de arranque en frío se realiza de modo totalmente automático

**Termostato:** se utiliza en el sistema de refrigeración, y se trata de una válvula sensible a la temperatura, que actúa desviando el caudal del líquido refrigerante para que no pase por el radiador. Se consigue así que al arrancar en frío el motor alcance rápidamente la temperatura idónea de funcionamiento, pues el termostato empieza a dejar pasar agua al radiador más o menos entre 80-85°C.

**Tolerancia:** no siempre es posible fabricar una determinada pieza con las medidas rigurosamente iguales a las fijadas, y por ello se introduce en los proyectos mecánicos el concepto de tolerancia, que es el margen de medidas límites que puede tener una pieza con una determinada cota nominal para que sea considerada como válida. La tolerancia de una determinada pieza viene pues determinada por la diferencia entre su cota máxima y su cota mínima. Así, cuando se dice que el diámetro de un eje debe ser fabricado con una tolerancia de, por ejemplo, 0,115 milímetros, se está concediendo un margen de «error» en la fabricación que puede ser por defecto o por exceso.

**Tracción total:** sistema por el cual todas las ruedas pueden transmitir la fuerza del motor. Se conoce también como «cuatro ruedas motrices» (en oposición a «dos ruedas motrices») o «4x4» (en oposición a «4x2»), números con los que se indica cuántas ruedas tiene el vehículo y cuántas de ellas son motrices.

**Tracción total permanente:** es aquélla en la que las cuatro ruedas están engranadas continuamente al motor. Un sistema de tracción total permanente implica un diferencial «central» (situado entre los ejes delantero y trasero), que a donde llega primeramente la fuerza del motor.

Este diferencial reparte la fuerza del motor entre los ejes delantero y trasero (como un diferencial delantero lo hace entre las ruedas delanteras de cada lado), y permite girar independientemente a las ruedas de un eje con relación a las del otro.

**Tracción total conectable**: es aquélla en la que la las ruedas de un eje no siempre están engranadas con las del otro, en este tipo de tracción total, la fuerza del motor llega primeramente a uno de los dos ejes y desde ahí puede pasar al otro eje.

Hay dos sistemas de tracción total conectable: manual o automático. Si es manual, un mando sirve para engranar el eje que lleva fuerza a las ruedas que no son motrices normalmente. Si es automático, hay distintos tipos de dispositivos que llevan a cabo esa operación, cuando las ruedas a las que llega la fuerza del motor pasan de un cierto nivel de deslizamiento.

Son sistemas de tracción total conectable los que tienen un acoplamiento viscoso central (el deslizamiento de un semieje arrastra al otro) o un embrague automático (un dispositivo que embraga las ruedas que no siempre son motrices a las que reciben la fuerza del motor).

**Túnel de viento:** para estudiar la aerodinámica de un vehículo los fabricantes utilizan los túneles de viento, que son habitaciones cerradas en las que se pueden ensayar vehículos a tamaño real o maquetas a escala, simulando condiciones similares a las que existirían con el vehículo en movimiento. Para ello, se genera una corriente de aire mediante unos ventiladores y turbinas gigantes y se hace fluir sobre la carrocería. Mediante técnicas adicionales como el uso de luz ultravioleta, espuma o corrientes de humo, se puede estudiar cómo se comporta un determinado diseño ante el viento. Los más modernos túneles de viento pueden simular incluso condiciones climáticas adversas, como lluvia o nieve.

**Turbocompresor:** es un tipo de compresor, cuyo movimiento procede de una turbina que está en la corriente de gas de escape. Compresor y turbina están unidos por un eje y encerrados bien en una carcasa común, o bien la turbina integrada en el mismo colector de escape. Los gases de escape inciden en las paletas de la turbina, que puede llegar a alcanzar regímenes de giro cercanos a 300.000 rpm. La presión máxima de un turbocompresor está limitada por una válvula de descarga. Cuando la presión llega a un nivel determinado, la válvula abre un conducto que desvía a los gases de escape, de manera que no inciden sobre la turbina. Esta válvula puede estar controlada neumática o electrónicamente.

**Turbulencia:** referido a la corriente de aire en la cámara de combustión, el término turbulencia indica el tipo de movimiento de aire que hay dentro de la cámara, durante la fase de admisión e inicio de la compresión. Básicamente hay dos tipos de turbulencias: «swirl» y «tumble». Swirl se da cuando hay un movimiento rotatorio del aire alrededor de un eje perpendicular a la cámara de combustión. Tumble se da cuando el giro se da en un eje transversal a la cámara de combustión. Los pequeños remolinos de aire, provocados principalmente por la forma del pistón, se conocen en inglés como «esquís».

# ANEXO 2
# CARGA Y PRESIÓN DE INFLADO DE LAS LLANTAS PARA USO AGRÍCOLA: (REF. 1. AG. E. DATA MANUAL. INSTITUTION OF AGRICULTURAL ENGINEERS, SILSOE, BEDFORD, UK. 1979).

## Notas:

Número de lonas significa la resistencia de la llanta debido a la carga y la presión; dados los avances en materiales y métodos de fabricación, no necesariamente especifica el número preciso de lonas, sino su resistencia.

1 bar = 100 kPa = 100 $kN/m^2$ = 14,4 $lb/pulg^2$ » 1 $kg/cm^2$

Se debe calcular la carga de la llanta cuando se trabaja con los tanques o tolvas llenas.

Al utilizar las llantas en los tractores, con las herramientas integrales, solamente para propósitos agrícolas a las velocidades menores de 6 km/h, se puede aumentar las cargas por llanta hasta 30%, al incrementar la presión 0,3 bar (4 $lb/pulg^2$). Para velocidades menores de 40 km/h, se puede aumentar las cargas hasta 20% sin cambiar la presión de inflado. Para velocidades menores de 25 km/h, se puede aumentar las cargas hasta 7% sin cambiar la presión de inflado.

# ANEXO 3
# USO DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS (SI)

## Introducción

El sistema internacional de Unidades (SI) es un sistema absoluto, hay una y sólo una unidad para cada cantidad física) siendo las unidades fundamentales el metro, el kilogramo (masa) y el segundo. La unidad de fuerza se reduce de la segunda ley de Newton y recibe el nombre de newton y se simboliza con la letra N (mayúscula). Las unidades que conforma el newton son:

$$F = \frac{ML}{T^2} = \frac{(\text{kilogramo})\,(\text{metro})}{(segundo)^2} = kg.\,{}^{m}\!/_{s^2} = N$$

El peso de un objeto (W) es la fuerza de la gravedad terrestre (g)ejercida sobre una masa m. W = mg. En unidades (SI), la gravedad normal es 9,806 o 9,80 $m/s^2$. Por lo tanto el peso de una masa de 1 kg es: W = (1kg) (9,80 $m/s^2$) = 9,8 N.

A pesar de este sistema que pretende ser universal y facilitar la homologación y transito entre diferentes sistemas de unidades, bajo normas muchas veces de origen nacional con patrones metrológicos específicos, en la actualidad en los países de habla inglesa y en especial en los Estados Unidos se continúan usando los sistemas gravitacionales: pie-libra-segundo (foot-pound-second, fps) y pulgada-libra- segundo (inch-pound–second, ips), incorporándose muy lentamente el sistema internacional (metro - kilogramo - segundo, mks) por los altos costos que resulta su implementación.

Con este documento se pretende dar una información básica sobre el Sistema Internacional de Medidas (SI), a fin de facilitar la comunicación científica entre los ingenieros e investigadores de ingeniería, con preferencia a la Ingeniería Agrícola, por una parte, y de normalizar la expresión de cantidades y propiedades físicas, por otra.

## Unidades de medida

El sistema Internacional (SI) consta de siete unidades básicas, dos unidades suplementarias y una serie de unidades derivadas consistentes con las anteriores (tabla 1 a 3). De las Unidades Básicas y Suplementarias, sus definiciones están consignadas en las Normas ISO 1000 de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

## Tabla 1. Unidades básicas del Sistema Internacional

| Unidades Básicas | Nombre | Símbolo |
|---|---|---|
| | | |
| De longitud | metro | m |
| De tiempo | segundo | s |
| De masa | kilogramo | kg |
| De temperatura termodinámica | Kelvin | K |
| De corriente eléctrica | amperio | A |
| De intensidad luminosa | candela | Cd |
| De cantidad de sustancia | mole | mol |
| | | |
| Unidades suplementarias | | |
| | | |
| Ángulo plano | Radian | Rad |
| Ángulo sólido | estereoradian | sr |

## Tabla 2. Múltiplos y prefijos SI

| Múltiplos y Submúltiplos | Prefijo | Símbolo SI |
|---|---|---|
| $10^{9}$ | Giga | G |
| $10^{6}$ | Mega | M |
| $10^{3}$ | Kilo | k |
| $*10^{2}$ | Hecto | H |
| $*10^{1}$ | Deca | Da |
| $*10^{-1}$ | Deci | D |
| $*10^{-2}$ | Centi | C |
| $10^{-3}$ | Milli | m |
| $10^{-6}$ | Micro | μ |
| $10^{-9}$ | Nano | n |
| $10^{-12}$ | Pico | p |
| *No se recomienda su uso. | | |

Unidades derivadas. Son combinaciones de unidades básicas, inclusive de las mismas unidades derivadas. Estas unidades se utilizan para describir propiedades físicas (presión, potencia, velocidad, etc.). Algunas unidades derivadas tienen nombres especiales, mientras que otras se expresan mediante la combinación correspondiente de unidades básicas (tabla 3).

# Tabla 3. Unidades derivadas

| Cantidad | Unidad | Símbolo (SI) | Fórmula |
|---|---|---|---|
| aceleración | metro por segundo cuadrado | - | $m/s^2$ |
| aceleración angular | radian por segundo cuadrado | - | $rad/s^2$ |
| velocidad angular | radian por segundo | - | rad/s |
| área | metro cuadrado | - | $m^2$ |
| frecuencia circular | radian por segundo | - | rad/s |
| densidad | kilogramo por metro cúbico | - | $kg/m^3$ |
| capacitancia eléctrica | faradio | F | A.s/V |
| conductancia eléctrica | siemens | S | A/V |
| inductancia eléctrica | henry | H | V.s/A |
| diferencia de potencial eléctrico | voltio | V | W/A |
| resistencia eléctrica | ohmio | Ω | V/A |
| fuerza electromotriz | voltio | V | W/A |
| energía | joule | J | N.m |
| entropía | Joule. kelvin | - | J.K |
| fuerza | newton | N | $kg.m/s^2$ |
| frecuencia | hertz | Hz | Ciclos/s |
| iluminación | lux | Lx | $lm/m^2$ |
| luminosidad | candela por metro cuadrado | - | $Cd/m^2$ |
| flujo luminoso | lumen | Lm | Cdsr |
| resistencia del campo magnético | amperio por metro | - | A/m |
| flujo magnético | weber | Wb | V.s |
| densidad de flujo magnético | tesla | T | $Wb/m^2$ |
| fuerza magnetomotriz | amperio | A | - |
| potencia | vatios | W | J/s |
| presión | pascal | Pa | $N/m^2$ |
| cantidad de electricidad | coulomb | C | A.s |
| cantidad de calor | joule | J | N.m |
| calor específico | joule por kilogramo. kelvin | - | J/kg. K |
| esfuerzo | pascal | Pa | $N/m^2$ |
| conductividad térmica | vatio por metro. kelvin | - | W/m. K |
| velocidad | metro por segundo | - | m/s |
| viscosidad (dinámica) | pascal -segundo | - | Pa.s |
| viscosidad (cinemática) | metro cuadrado por segundo | - | $m^2/s$ |
| voltaje | voltio | V | W/A |

# Recomendaciones para el uso de unidades SI

Uso de prefijos: Con el fin de eliminar dígitos y decimales insignificantes, a la vez que indicar órdenes de magnitud, en muchos casos es preferible utilizar prefijos que sustituyen convenientemente las potencias de 10. Se recomienda utilizar únicamente los prefijos de múltiplos y submúltiplos de 1.000. Esto significa que la longitud puede expresarse en milímetros, metros (m) o kilómetros (km), pero no en centímetros (cm), a menos que exista una razón válida. Ejemplos: 12.300 m ó $12,3 \times 10^3$m, se escribe 12,3 km, 0,0123 mA ó $12,3 \times 10^{-6}$A, se escribe 12,3 mA

En unidades compuestas es preferible utilizar prefijos en el numerador, excepto cuando se tengan kilogramos (kg) en el denominador, ya que ésta es una unidad básica más conveniente que el gramo en muchos casos. Ejemplo: 200 J/kg en lugar de 2 dJ/g.

Al utilizar unidades de orden superior, tales como $m^2$ ó $m^3$, el prefijo también se debe elevar a la misma potencia. Esto significa que el $(km)^2$ se define como: $(1\ km)^2 = (1000\ m)^2 = (1000)^2\ m^2 = 10^6\ m^2$. El milímetro cuadrado se define como: $(0.001m)^2 = (0.001)^2 m^2 = 10^{-6}\ m^2$ .

Selección del prefijo: Al expresar una cantidad por medio de un valor numérico y una unidad SI, el prefijo debe escogerse de tal manera que dicho valor numérico esté entre 0,1 y 1000, excepto cuando por conveniencia se utilicen múltiplos y submúltiplos para casos particulares. No se deben usar prefijos dobles. Ejemplo: GW (gigawatio) en lugar de kilomegavatio (kMW). $\mu$m (micrométro) en lugar de milimilímetros (mmm).

**Mayúsculas:** en unidades SI se utilizan mayúsculas cuando aquellas se han originado de un nombre propio, Ejemplo: N por Isaac Newton. Cuando no se usa abreviatura, la unidad es escrita con minúscula. Ejemplos: pascal y newton.

**Plurales**: unidades SI se pluralizan en la forma corriente. Los símbolos se escriben siempre en forma singular.

Ejemplos:150 newtons o 150 N; 25 milímetros o 25 mm.

**Puntuación:** Normalmente se debe utilizar coma para separar los decimales. Para la separación de dígitos en grupos de tres (miles) se prefiere dejar espacios libres. Ejemplo: 6 357 831, 376 88; en lugar de los espacios se pueden utilizar puntos pero solamente en la parte izquierda correspondiente a los enteros. Ejemplo: 6.357.831, 376 88

**Unidades Derivadas:** el producto de dos o más unidades expresadas con símbolos se indica preferiblemente con un punto intermedio a media altura del símbolo. El punto puede suprimirse siempre que no haya lugar a confusión con otro símbolo. Ejemplo: N.m ó N m, pero no mN.

Para expresar unidades derivadas a partir de divisiones, se puede utilizar una línea oblicua, una línea horizontal o potencias negativas.
Ejemplo:

$$m/s \ , \ \frac{m}{s} \ \acute{o} \ ms^{-1}$$

En combinaciones de unidades se debe utilizar solamente la línea oblicua a menos que se haga uso de paréntesis para evitar confusiones.

## Otras Unidades

Hay unidades que no son parte del SI, pero que debido a su importancia práctica son reconocidas por ISO. Acá se incluyen unidades de temperatura, tiempo y ángulo. También se consideran los nombres de algunos múltiplos de unidades tales como litro (L) para volumen, hectárea (ha) para medidas de terrenos y toneladas métricas (t) para masa.

**Temperatura:** la unidad básica del SI de temperatura termodinámica es el kelvin (K), pero debido al uso generalizado de los grados Celsius o centígrados, estos últimos pueden usarse cuando así convenga. De otra parte la temperatura Celsius (t) está relacionada con la temperatura kelvin (T) así: t = T - 273,15

**Tiempo:** la unidad en el SI es el segundo y debe usarse en cálculos técnicos. En otros casos se pueden usar minutos, horas, días, etc.

**Ángulos:** la unidad de ángulo plano es el radián. El uso de grados (°) y sus submúltiplos, minutos (′) y segundos (″) es permisible cuando el radian es inconveniente.

## Unidades de uso preferencial

Las cantidades físicas comúnmente encontradas en Ingeniería Agrícola deben expresarse preferiblemente como se indica en la tabla 4.

# Tabla 4. Unidades de uso preferencial

| Cantidad | Aplicación | Unidad preferencial | Símbolo |
|---|---|---|---|
| Aceleración | Aceleración vehicular | metro por segundo cuadrado | $m/s^2$ |
| Velocidad angular | Velocidad del motor, Velocidad de un eje | Revoluciones por minuto | r/min o rpm |
| | Rotación dinámica | radian por segundo | rad/s |
| Área | Area de contacto freno de cinta<br>Area de tela<br>Área vidrio | centímetro cuadrado | $cm^2$ |
| | Tierra, laguna y área de reservorio | hectárea | ha |
| | | metro cuadrado | $m^2$ |
| | Área radiador<br>Área transferencia de calor<br>Área canal abierto<br>Área plataforma, vagón | metro cuadrado | $m^2$ |
| | Área de tubería | milímetro cuadrado,<br>centímetro cuadrado,<br>metro cuadrado | $mm^2$,<br>$cm^2$<br>$m^2$ |
| Área por tiempo | Operaciones de campo | hectárea por hora | ha/h |
| | Descargador de silo | metro cuadrado por segundo | $m^2/s$ |
| Momento flector o torque | Torque de apriete<br>Torque del motor<br>Torque de dirección<br>Torque de engranaje<br>Cálculo de vigas y ejes | newton metro | N.m |
| Energía | Cantidad de calor<br>Trabajo (fuerza. longitud) | joule | J |
| | Consumo de energía en máquinas | kilovatio – hora | kW.h |
| Energía por área | Radiación solar | megajoule por metro cuadrado | $MJ/m^2$ |
| Fuerza | Fuerza del pedal del freno<br>Fuerza de tiro<br>Fuerza de potencia en freno de mano<br>Fuerza de tiro en malacates<br>Fuerza de resortes en embragues<br>Fuerza de tracción en llantas | newton | N |
| Fuerza por longitud | Carga de una viga | newton por metro | N/m |
| | Constante del resorte | newton por milímetros | N/mm |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Frecuencia | Frecuencia de sonido<br>Frecuencia eléctrica<br>Sistemas de vibraciones<br>Radiación electromagnética | hertz (ciclo por segundo) | Hz |
| Longitud | Altura general, ancho y longitud de máquina<br>Profundidad de excavación<br>Espaciamiento entre hileras<br>Tamaño llantas<br>Ancho de banda de rodamiento<br>Distancia entre ejes<br>Altura de transporte<br>Dibujo de Ingeniería de partes de máquina<br>Diámetro y carrera del cilindro<br>Diámetro de tubería<br>Drenaje de campo, escorrentía<br>Evaporación y evapotranspiración<br>Lámina de riego por aplicación y por estación<br>Precipitación diaria y estacional | milímetro | mm |
| | Nivelación de terrenos (corte y relleno)<br>Circulo de giro vehicular<br>Dimensiones del terreno<br>Distancia de frenado<br>Circunferencia rodamiento de llanta<br>Dimensiones de maquinaria<br>Profundidad decimal y reservorio<br>trocha del tractor | metro | m |
| | Aspereza de superficie<br>Grosor de superficie<br>Espesor de tratamiento superficial<br>Tamaño de partículas en filtro | micrómetro | µm |
| Masa | Capacidad en ejes y megagramo<br>Capacidad normal de un camión<br>Cantidad de cosecha | megagramo o tonelada métrica | Mg<br>t |
| | Masa vehicular<br>Masa de un objeto<br>Carga nominal<br>Capacidad de levantamiento<br>Masa de embarque | kilogramo | kg |
| | Masas pequeñas: perillas, Manivelas, sujetadores, etc. | gramo | g |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Masa por área | Recubrimiento de superficie | gramo por metro cuadrado | $g/m^2$ |
| | Rata de aplicación de pesticidas y fertilizantes | kilogramo por hectárea | kg/ha |
| | Producción de cosechas<br>Erosión de suelo | megagramo por hectárea o tonelada métrica por hectárea | Mg/ha<br>t/ha |
| Masa por energía | Consumo específico de gasolina<br>Consumo específico de aceite | gramo por kilovatio hora | g/kW-h |
| Masa por longitud | Capacidad de trabajo de una máquina<br>Manejo de material de cosecha | megagramo por hora o tonelada métrica por hora | Mg/h<br>t/h |
| Masa por tiempo | Flujo de polvo | gramo por minuto | g/min |
| | Flujo de aire<br>Flujo de agua<br>Flujo de aceite | kilogramo por segundo | kg/s |
| Masa por volumen | Densidad del suelo<br>Densidad del concreto | kilogramo por metro cúbico | $kg/m^3$ |
| | concentración de una solución | gramo por metro cúbico | $g/m^3$ |
| Momento de inercia de masa | Inercia de una volante<br>Uso general | kilogramo por milímetro cuadrado | $kg/mm^2$ |
| Momentum angular | Masa rotacional | kilogramo metro cuadrado por segundo | $Kgm^2/s$ |
| Momentum lineal | Masa en movimiento lineal | kilogramo. metro por segundo | kgm/s |
| Potencia | Motor, forma de fuerza, barra de tiro<br>capacidad de intercambiador de calor<br>capacidad de aire acondicionador<br>potencia hidráulica<br>eléctrica potencia | kilovatios | kW |
| Potencia por área | Radiación solar | vatio por metro cuadrado | $W/m^2$ |
| Presión | Presión hidráulica<br>Presión aire<br>Presión llantas<br>Presión sobre el suelo | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Presión turbocargador<br>Presión barométrica<br>Presión de agua | kilopascal | kPa |
| Frecuencia rotacional | Velocidad del motor<br>engranajes,<br>ejes<br>Dispositivos mecánicos<br>Velocidad rotacional<br>Velocidad del toma de fuerza | revoluciones por minuto | r/min, rpm |
| Esfuerzo | Esfuerzo del material<br>Fluencia del material<br>Esfuerzo último | megapascal | MPa |
| Electricidad térmica | Flujo de calor a través de paredes<br>Transferencia de calor | metro cuadrado por hora | $m^2/h$ |
| Difusibidad térmica | Tiempo de ciclo hidráulica | segundo | s |
| | Tiempo de acarreo | minuto | min |
| Velocidad | Velocidad de desplazamiento<br>Vehicular | kilómetro por hora | km/h |
| Velocidad | Sobre una superficie<br>Velocidad de transporte<br>Velocidad de elevación<br>Velocidad del aire<br>Velocidad línea de paso de engranaje | metro por segundo | m/s |
| Viscosidad (dinámica) | Aceites y lubricantes<br>Fluidos | pascal. segundo | Pa.s |
| Viscosidad (cinemática) | | milímetro cuadrado por segundo | $mm^2/s$ |
| Volumen | Cilindro motor<br>desplazamiento bomba | centímetro cúbico | $cm^3$ |
| | Tierra<br>Volumen de carga<br>Capacidad de balde<br>Capacidad tanque de grano<br>Volumen gas<br>Contenedores de embarque | metro cúbico | $m^3$ |
| | Volumen líquidos<br>Capacidad: tanque gasolina<br>Reservorio hidráulico<br>Refrigerador<br>Lastre líquido en llantas<br>Lubricante | litro | L |
| Volumen por área | Aplicación de pesticidas | litro por hectárea | L/ha |
| Volumen por tiempo | Flujo de aire<br>Flujo en ríos y canales | metro cúbico por segundo | $m^3/s$ |
| | Calibración aspersores | mililitro por segundo | mL/s |
| | Flujo de aceite<br>Flujo en bombas<br>Flujo en boquillas | litro por segundo | L/s |
| | Consumo de combustible | litro por hora | L/h |

# Técnicas de Conversión

La conversión de unidades de uno a otro sistema debe hacerse con criterio para determinar el número de cifras significativas, ver tabla 5. La conversión de «un cuarto» de aceite a 0,9463529 litros es impráctica e irreal ya que no se puede garantizar exactitud en esta última forma. El primer paso debe ser entonces establecer la precisión.

**Precisión:** esta se refiere al número de dígitos que se quiere mostrar. La precisión implica que el valor dado puede estar media unidad por encima o por debajo del último dígito mostrado. Por ejemplo, el número 2,14 puede haber sido «redondeado» de cualquier valor entre 2,135 y 2,145. Sea que un número haya sido redondeado o no, siempre se debe expresar su precisión. Por ejemplo, 2,14 implica una precisión de ± 0,005 ya que el último dígito significativo está en términos de centésimas (0,01).

Si las cifras significativas son ceros, éstos no se deben omitir. La dimensión 2m. puede significar «cerca de 2m», o puede en efecto ser una dimensión exacta en cuyo caso debe expresarse como 2,000m. En este último caso, aunque los ceros no son necesarios para establecer el valor exacto, sí son muy significativos para expresar la precisión que se requiere.

**Reglas para «redondear»:** al redondear cantidades a un número menor de cifras decimales se procede en la siguiente forma:

Cuando el primer dígito que se descarta es menor de 5, el último dígito que queda permanece invariable. Por ejemplo, para redondear 8,46325 a tres cifras decimales se tomará 8,463. Si son dos decimales el número queda 8,46.

Cuando el primer dígito que se descarta es mayor de 5 o si es 5 seguido por otro dígito mayor de 0, la última cifra que permanece se incrementará en una unidad, Por ejemplo: 8,37652 quedará 8,377 con tres cifras decimales, y 8,38 con dos decimales.

Una cantidad se debe redondear directamente al valor más cercano que tenga el número deseado de cifras decimales. Este procedimiento no se debe hacer en pasos sucesivos.

Ejemplo: 27,46 se redondea a 27 si se quiere un número entero. Esto es correcto ya que «,46» es menor que la unidad. 27,46 se redondea a 27,5 si se quiere un decimal. Pero si a su vez 27,5 se redondea a un número entero, el paso sucesivo es 28, lo cual es incorrecto.

# Tabla 5. Factores de conversión

| Multiplique | Por el factor | Para obtener |
|---|---|---|
| Unidad térmica británica, Btu | 1055 | joule, J |
| Btu/segundo, Btu/s | 1,05 | kilowatt, kW |
| Caloría | 4,19 | joule, J |
| Centímetro de mercurio (0°C) | 1,333 | kilopascal, kPa |
| Centipoise, cP | 0,001 | pascal - second, Pa. s |
| Grado (ángulo) | 0,0174 | radian, rad |
| Pie, ft | 0,305 | metro, m |
| Pie$^2$, ft$^2$ | 0,0929 | metro$^2$, m$^2$ |
| Pie/minuto, ft/min | 0,0051 | metro/segundo, m/s |
| Pie - libra, ft. lb | 1,35 | joule, J |
| Pie - libra/segundo, ft . lb/s | 1,35 | watt, W |
| Pie/segundo, ft/s | 0,305 | metro/segundo, m/s |
| Galón (USA), | 3,785 | litro, l |
| Caballo, hp | 0,746 | kilowatt, kW |
| Pulgada. In | 0,0254 | metro, m |
| Pulgada, in | 25,4 | milímetro, mm |
| Pulgada$^2$, in$^2$ | 645 | milímetro$^2$, mm$^2$ |
| Pulgada de mercurio (32°F) | 3,386 | kilopascal, kPa |
| kilolibra, kip | 4,45 | kilonewton, kN |
| kilolibra/pulgada$^2$, kpsi (ksi) | 6,89 | megapascal, MPa (N/mm$^2$) |
| Masa, lb. s$^2$/in | 175 | kilogramo, kg |
| Milla, mi | 1,610 | kilómetro, km |
| Milla/hora, | 1,61 | kilómetro/hora, km/h |
| Milla/hora | 0,447 | metro/segundo, m/s |
| Momento de inercia, lbm. ft$^2$ | 0,0421 | kg - metro$^2$, kg. m$^2$ |
| Multiplique | Por el factor | Para obtener |
| Momento de inercia, lbm. in$^2$ | 293 | kilogramo - milímetro2 $^2$ kg. mm$^2$ |
| Segundo momento de área, in$^4$ | 41,6 | Centímetro$^4$, cm$^4$ |
| Onza fuerza, oz | 0,278 | newton, N |
| Onza masa | 0,0311 | kilogramo, kg |
| Libra, lb | 4,45 | newton, N |
| Libra - pie, lb. ft | 1,36 | newton - metro, N. m |
| Libra - pie$^2$, lb/ft$^2$ | 47,9 | pascal, Pa |
| Libra - pulgada, lb. in | 0,113 | joule, J |
| Libra - pulgada, lb. in | 0,113 | newton - metro, N. m |
| Libra/pulgada, lb/in | 175 | newton/metro, N/m |
| Libra/pulgada$^2$, psi (lb/in$^2$) | 6,89 | kilopascal, kPa |
| Libra - masa, lbm | 0,454 | kilogramo, kg |
| Libra masa/segundo, lbm/s | 0,454 | kilogramo/segundo, kg/s |
| Cuarto de galón (EE.UU.), qt | 946 | mililitro, ml |
| Módulo de sección, in$^3$ | 16,4 | Centímetro$^3$, cm$^3$ |
| Sug (geolibra) | 14,6 | kilogramo, kg |
| Tonelada (200 lbm, EE.UU.) | 907 | kilogramo, kg |
| Yarda, yd | 0,914 | metro, m |

# ANEXO 4: FILTROS AUTOMOTRICES

Por considerar de fundamental importancia, para la vida de una máquina autopropulsada, a continuación se realiza una reseña sobre todos los tipos de filtros dispuestos en ellas. Sin ellos los problemas y las fallas, sin contar el acelerado desgaste de partes y mecanismos importantes seria algo recurrente. Por esta razón los filtros, su cuidado y cambio periódico son parte primordial del mantenimiento de cualquier vehículo. Ellos pueden ser de plástico, metálicos, en tela, cartón, papel, algodón o cerámica y deben evitar el paso de tierra, aire sucio, residuos orgánicos o inorgánicos o incluso agua. Cualquiera sea su material, el filtro se encarga de impedir el ingreso de elementos extraños, que causarían fallas o daños graves a un elemento en particular, al evitar el taponamiento y el desgaste prematuro.

La eficiencia del filtrado depende del área del filtro y del diámetro de los poros que se encargan de retener los elementos extraños, entre más pequeños los poros, menor la partícula que dejará pasar. En el caso de los filtros de aire y aceite, el elemento filtrante es de papel especial, plegado en forma de acordeón.

El tamaño, tecnología y precisión de los filtros está directamente relacionada con la tecnología del vehículo. Entre más sofisticado sea, necesitará filtros más eficientes y precisos.

## Filtros más comunes

**Filtro de aire:** generalmente tiene forma ovalada o circular, la gran mayoría están fabricados en papel especial y plegados en forma de acordeón, generalmente se ubica sobre el carburador o el sistema de inyección, aunque hay excepciones, que se montan a un lado y van unidos al dispositivo de entrada mediante un tubo o manguera flexible.

Tiene la difícil y vital función de impedir el paso de partículas, presentes en el aire que aspira el motor por el sistema de admisión de mezcla aire-combustible. Este filtro se debe cambiar cada vez que se cambie el aceite y su filtro. No permita que lo soplen, cuando se hace esto el tamaño de sus poros aumenta, perdiendo su capacidad de retención óptima. Un filtro de aire tapado, puede incrementar el consumo de combustible hasta en un 50%, debido a que altera la mezcla de aire combustible. Incluso se ha da el caso de motores que no encienden, por tener el filtro de aire tapado. Su costo es muy bajo, y su cambio trae enormes ventajas para el funcionamiento del motor, su duración y costo a largo plazo.

## Sistemas de filtrado:

• **Baño de aceite:**
Eficiencia: 99%.
Pérdida de carga: 1,5 kPa.

• **Cartucho seco:**
Eficiencia: 99,7- 99,9%.
Pérdida de carga: 1,1- 5kPa

**Filtro de aceite:** es fundamental para alargar la vida del motor. De su estado, de la periodicidad de su cambio, de su óptimo funcionamiento y alta calidad dependerá la vida útil del motor. Debe ser cambiado cada que se sustituya el aceite (máximo cada 6.000 kilómetros, o según recomendación de fabricante y/o condiciones de operación); nunca y bajo ninguna circunstancia o argumento se debe aplazar su sustitución.

Un filtro sucio impide el flujo correcto del aceite, adicionalmente si se aplica lubricante limpio lo ensuciará y el motor sufrirá un acelerado desgaste, ya que se pierde muy rápido la capacidad lubricante del aceite y disminuye la presión del sistema de lubricación, con daños acelerados e irreparables para el motor. Este filtro debe tener una válvula de alivio o descarga, que evita que ante la presencia de sobrepresión en el sistema de lubricación, el elemento filtrante explote con graves consecuencias para la vida útil del motor.

**Filtro de combustible:** en su fabricación se utilizan elementos más resistentes, si es papel será muy grueso. También existen algunos que utilizan un elemento cerámico que impide el paso de suciedad al carburador o sistema de inyección. Esta suciedad esta conformada por: partículas sólidas y óxidos provenientes del depósito. Los filtros de combustible pueden ser: de baja o de alta presión; los primeros usan carcaza plástica y los segundos metálica.

Nunca utilice filtros de baja presión en sistemas de inyección de combustible, que manejan alta presión, ya que se pueden estallar. Hágalos cambiar según el plan de mantenimiento de cada vehículo y usando la herramienta específica para el trabajo, si omite esta regla puede causar daños en los acoples o en las tuberías.

En sistemas de inyección de combustible, hay dos clases de filtros adicionales. El primero se encarga de separar la humedad, y debe evitar el paso de agua hacia los inyectores. Este filtro no se cambia y sólo necesita una limpieza cuando se baja el tanque. El segundo filtro se ubica en los inyectores, y su función, como último eslabón de la cadena de filtrado del combustible es impedir que partículas muy pequeñas puedan ingresar al interior de estos precisos elementos. Se limpian al lavar los inyectores.

**Filtro de aceite para caja automática:** es muy durable, dependiendo del vehículo se cambia entre los 20.000 y 40.000 kilómetros. Se encarga de proteger los delicados y precisos componentes de la caja automática, del ataque de partículas extrañas, provenientes de su funcionamiento normal y de elementos ambientales como polvo.

**Filtro de ventilación positiva:** en algunos casos viene montado en la misma carcaza del filtro de aire. Es un pequeño elemento que evita el paso de aceite hacia el múltiple de admisión cada vez que se desacelera el motor. La ventilación positiva se encarga de evacuar los gases que escapan de los cilindros hacia el interior del motor durante su funcionamiento, y dado que las leyes ambientales en el mundo entero prohíben dejarlos escapar a la atmósfera, estos deben ser introducidos al múltiple de admisión.

**Filtros de aire de cabina:** no todos los vehículos los utilizan. Se usan para retener la entrada de elementos extraños como polvo, polen, insectos y hojas que se introducen por los conductos de captación de aire de la cabina, se deben limpiar o cambiar de acuerdo a las indicaciones del fabricante del vehículo.

**Recomendación:** cambie los filtros de acuerdo con el plan de mantenimiento del vehículo, y utilice elementos originales o de marca reconocida, además deben tener sello de calidad ICONTEC.

**Filtros en tractores agrícolas**: existe el mito de que los filtros son una pieza genérica y que todos tienen una apariencia externa muy parecida y que la principal diferencia es el color de la cubierta, lo cual es incorrecto. La verdadera historia inicia en la parte interna del filtro, con el elemento filtrante, mejor conocido como papel, y continua a través de la construcción del filtro, lo cual

incluye la calidad de la válvula de alivio y los mecanismos internos de sellado. Lo barato sale caro reza un conocido refrán, el cual queda como anillo al dedo, al hablar de filtros. Los filtros baratos implican una reducción de costos en algún proceso de su construcción, lo cual podría afectar su desempeño. En la mayoría de los casos, los fabricantes de partes equivalentes no realizan pruebas de desempeño de sus productos en equipos, para garantizar su desempeño. Entonces, ¿qué es lo que estamos comprando?

**La calidad es la base del concepto de valor:** los filtros originales están designados y probados para que funcionen adecuadamente en un motor específico, mientras que los filtros equivalentes están construidos, para que se adapten a una amplia variedad de aplicaciones.

Para equipos más recientes, se ha incorporado la tecnología más avanzada en el diseño de los filtros. Por ejemplo, se cuenta con filtros de aceite que en su construcción no se incluye algún metal, haciendo que su disposición sea menos dañina para el medio ambiente; otros ejemplos son algunos filtros de aire, que a pesar de contar con un diseño de menor tamaño, se mantiene la eficiencia en la retención de partículas contaminantes al mismo grado que los convencionales filtros de mayor tamaño.

A continuación se presentara una comparación de diseño, construcción y materiales entre un filtro genuino y un equivalente.

Todos los elementos de filtros originales están diseñados para dar el mayor rendimiento de acuerdo a las especificaciones definidas por los ingenieros que diseñan los motores; de igual de importante, están construidos para que su desempeño sea el adecuado durante toda la vida útil del filtro, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Esa diferenciación permite que algunos filtros cuenten con un resorte de uso pesado, que sirve para mantener en todo momento el elemento filtrante fijo a la tapa del filtro. El diseño del maquinado del filtro nos asegura un ajuste perfecto, de tal manera que ninguna impureza se introduzca al motor.

Todos los filtros, en general, cuentan con un empaque especial que asegura que los empaques no se resecaran o dañarán durante su almacenaje, para asegurar que no haya contaminación al aceite de partículas externas. En cuanto al elemento filtrante, éste cuenta con características especiales que no se encontrarán en los filtros equivalentes, como la cantidad de papel, los pliegos, la distancia homogénea y permanente entre los pliegos, el sellado del papel para protegerlo contra situaciones de extrema presión y evitar su ruptura.

El diseño de este filtro especifica una válvula de alivio: cada válvula debe abrir y cerrar a la presión adecuada para asegurar que el motor no se quede sin lubricar. La válvula también debe cerrar totalmente, para asegurar que las impurezas no se mezclen con el aceite limpio después de que se alcance la temperatura adecuada de operación. ¿Sabe usted cuál es la especificación de la válvula de alivio de su filtro equivalente?

Como se mencionó anteriormente, el elemento filtrante de los filtros está hecho de un material de acuerdo a los requerimientos de su funcionamiento en el motor. Además, la cantidad de pliegues, su profundidad y separación determinan directamente la efectividad de la filtración. Lo anterior solamente se puede asegurar a través de un diseño exigente y pruebas de laboratorio y campo, que demuestren que efectivamente el rendimiento del filtro, para asegurar que se minimice el desgaste en sus motores (figura 1).

En la figura 2 se presenta un elemento filtrante de un filtro equivalente, podrán apreciar las diferencias en la construcción, diseño e incluso los materiales. Por ejemplo, la menor cantidad de pliegues, la heterogeneidad entre los mismos. Otra diferencia significativa es la adherencia del elemento filtrante a las tapas que se realiza mediante un pegamento solamente y no incluye un fijador metálico para asegura que podrá soportar incrementos en la presión sin que se abra o incluso rompa el elemento filtrante.

En la figura 3 se puede apreciar que la tapa cuenta con una protuberancia diseñada para sellar, pero que podría ser causa de una posible fuga del aceite.

**Figura 1.** Características de calidad de un filtro.
Fuente: John Deere

**Figura 2.** Filtro equivalente.
Fuente: John Deere

**Figura 3.** Filtro con sello diferente.
Fuente: John Deere.

Hay otros filtros equivalentes, cuyas tapas están construidas de cartón, el cual después de determinado tiempo de uso podría degradarse, permitiendo la mezcla entre el aceite limpio y el sucio (filtro 4). En este ejemplo también se puede apreciar la falta de homogeneidad en la separación de los pliegues.

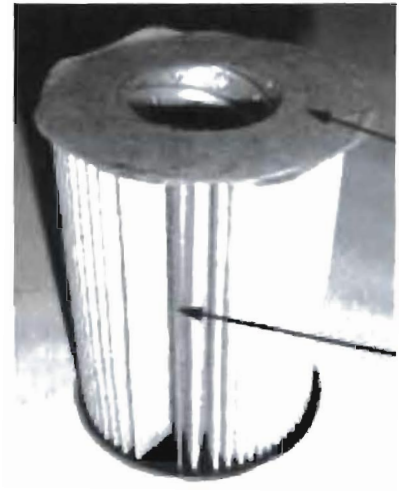


**Figura 4.** Filtros de tapa de cartón.

Fuente: John Deere.