

Olvidémonos de los costosos automóviles tan de moda, turbodiésel o híbridos de explosión-eléctricos...

EVOLUCIÓN EN EL AUTOMÓVIL

El coche del futuro no será así ni llevará una de las tan cacareadas pilas de combustible. Serenamente, y sin las alharacas habituales, los fabricantes de todo el mundo apuestan por la posibilidad de reducir al 50% el consumo de combustible de sus modelos con poco costo para los compradores... utilizando un motor *pariente próximo* de los que ruedan hoy día.

Durante más de una década, se han llevado a cabo trabajos de laboratorio sobre el motor denominado de *"encendido por compresión con alimentación homogénea"* (HCCI). Pero, gracias a los recientes avances en simulación por ordenador, unidos al convencimiento de que los precios del petróleo se mantendrán altos, gobiernos y fabricantes han comenzado a destinar fondos y personas al nuevo y revolucionario motor.

Lo atractivo del concepto HCCI es que combina (al menos en teoría) la eficiencia del motor diésel con la limpieza del moderno motor a gasolina. Y que, además de su empleo en automóviles, puede adaptarse igualmente a autobuses, camiones, barcos e incluso a generadores de energía eléctrica.

Durante los pasados 25 años, se han empleado miles de millones de dólares en hacer a los motores de combustión más limpios y de menor consumo. Con el sistema para recircular los gases de escape, que reduce

la emisión de vapores con óxidos de nitrógeno, y sus catalizadores de tres vías para depurarlos, las últimas versiones de los motores de gasolina están muy próximas al "vehículo de emisión cero" con el que sueñan los californianos.

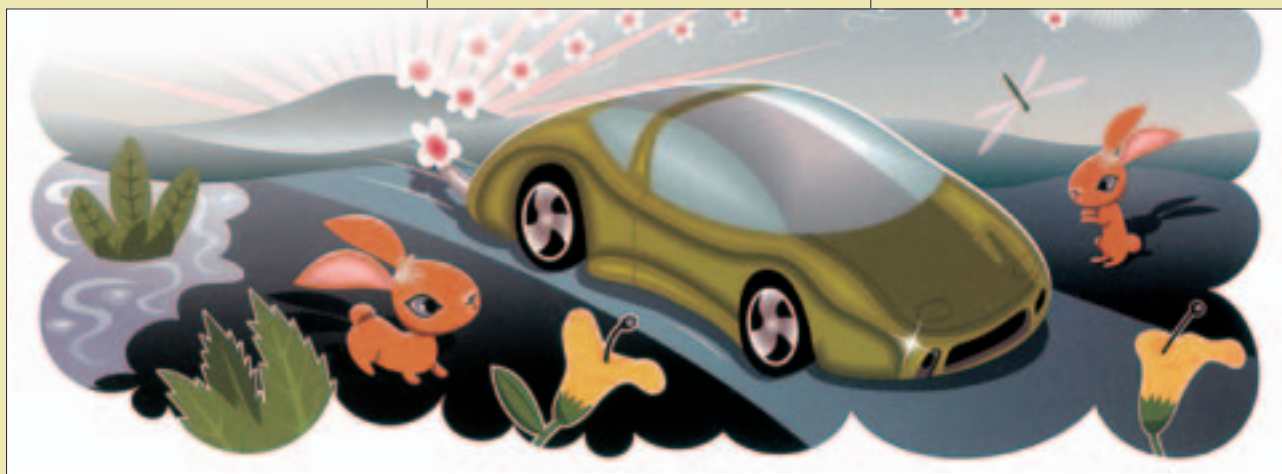
Pero, mientras el consumo de los motores de combustión ha ido mejorando paso a paso con emisiones cada vez más limpias, resultan ser todavía máquinas terriblemente ineficientes especialmente cuando se utilizan en zonas urbanas. Esto es así porque la única manera de variar el par motor (y con ello la potencia o velocidad para una misma marcha) es abriendo o cerrando las válvulas que regulan la entrada de aire aspirado antes de su mezcla con el combustible. Este efecto de "estrangulamiento" es el que derrocha energía y es el origen del bajo rendimiento de los motores de gasolina.

El motor diésel tiene más autonomía por litro consumido y no emplea bujías. En lugar de ello, aspira aire puro a los cilindros durante la fase de admisión y lo comprime. El combustible se inyecta a presión muy alta justo cuando el pistón llega a lo alto del cilindro al final de la etapa de compresión. Al estar vaporizado el combustible, el aire caliente del cilindro produce el autoencendido que empuja al pistón en la fase de explosión.

El distintivo clave del diésel es que el par generado se controla no estrangulando la entrada de aire sino sencillamente variando la cantidad de combustible inyectado. Así, a diferencia del motor de gasolina, un diésel no se ahoga cuando funciona con baja potencia y, por tanto, no tiene las pérdidas debidas al estrangulamiento.

Aun más, para conseguir el autoencendido es preciso alcanzar niveles de compresión mayores que con los motores con bujías. Esto hace que los diésel sean más robustos y por tanto pesados pero la consecuencia de la mayor compresión es un mayor rendimiento. El motor de gasolina no puede conseguirlo pues comienza a *petardear*, produciéndose explosiones erráticas cuando la presión es excesiva o cuando la proporción aire/combustible no es la adecuada.

Entre los inconvenientes del diésel destaca la elevada relación de compresión, que significa mayores temperaturas en el motor. Eso hace que se produzca elevada cantidad de NO_x en las zonas calientes del cilindro. También, como el aire y el combustible raramente se mezclan completamente antes de la ignición espontánea, el combustible no quemado en las zonas frías del cilindro se expulsa por el escape en forma de humos. Por ello resulta casi imposible optimizar un motor diésel



en los dos aspectos de reducir simultáneamente el NO_x y el escape.

Ahora aparece el motor HCCI. Su concepto debe mucho a los trabajos pioneros de **Bengt Johansson** de la **Universidad de Lund** en Suecia. Tal como está concebido, este motor trabaja por un lado como motor de gasolina, mezclando el combustible con aire antes de alimentar los cilindros. La única diferencia es que el HCCI, en principio, utiliza una proporción mucho mayor de aire / combustible que el motor de gasolina. Y, por otro lado, el HCCI se parece a un diésel en que se basa en la compresión (de aquí el término “encendido por compresión” en su nombre) para calentar la mezcla aire-combustible y provocar la combustión espontánea.

Gracias a la mayor proporción de aire en la mezcla, el motor HCCI queda más frío que los de gasolina con bujías o que los diésel con inyección. Y por esa menor temperatura, la cantidad de NO_x producido es considerablemente menor. Adicionalmente, por la intensa mezcla previa de combustible y aire antes de introducirse (de aquí lo de “alimentación homogénea” en su nombre) se reduce lo que pueda quedar sin quemar en los cilindros. El resultado es pues una emisión casi sin NO_x y virtualmente libre de hollines y humos. En el lado negativo, se apreció que las versiones iniciales de este motor emitían mucho hidrocarburo sin quemar y CO lo que exigió catalizador para limpieza del escape.

Comparado con un diésel, el motor HCCI puede más que superarlo en rendimiento, llegando al 40% del total teóricamente posible y sin emitir los NO_x y hollín del diésel, aunque un diésel HCCI también podría alcanzar la limpieza del de gasolina sin sus ineficiencias residuales si se le dota de escape con catalizador.

la promesa del HCCI de ser capaz de duplicar la distancia recorrida por litro no parece descabellada

Los motores de gasolina actuales pueden alcanzar el 30% de rendimiento con las válvulas totalmente abiertas y sin limitar el aire inyectado. Pero, como esto sólo sucede cuando las mariposas están totalmente abiertas y el conductor acelera a tope, su rendimiento promedio real ronda el 17%. Por eso **la promesa del HCCI de ser capaz de duplicar la distancia recorrida por litro no parece descabellada.**

¿Qué es pues lo que mantiene aún al HCCI fuera de los Salones del automóvil? No es que necesite ya mucha más inversión como es el caso de las pilas de combustible alimentadas por hidrógeno. El HCCI se puede fabricar en las mismas fábricas de los motores actuales. De hecho, la mayoría de los experimentos realizados en laboratorio lo han sido con motores de gasolina reconvertidos.

Uno de los problemas clave a superar aún es cómo controlar el HCCI en un margen amplio de velocidades y potencias. Como no tiene un iniciador de combustión externo (bujía o inyector) para iniciar el encendido y controlar su duración, el HCCI debe apoyarse en algún otro método.

La buena noticia es que, gracias a potentes ordenadores y programas de simulación desarrollado en el **Laboratorio Nacional de Los Álamos** (Nuevo México) y el de **Lawrence Livermore** (California) para analizar el proceso de las explosiones nucleares, los técnicos han encontrado lo que se

necesita para controlar la combustión en el interior de los cilindros del HCCI. La solución está en encajar allí la temperatura de los gases en el intervalo de unos pocos grados.

Un medio para conseguirlo sería utilizar un precalentador eléctrico que ajuste la temperatura de la mezcla aire/combustible a la entrada en el motor. Como alternativa, se podría recircular parte de los gases calientes del escape para este precalentamiento. Una tercera posibilidad está en incorporar aditivos oxidantes, como los peróxidos, al cilindro para adelantar o retrasar el autoencendido. Otro camino sería variar la mezcla aire/combustible. Aunque eso significase producir algo de NO_x en el proceso, su eliminación merecería la pena.

Además de que se encuentren medios para controlar con más precisión este motor, los fabricantes deben aún dotarle de un catalizador que pueda actuar tan bien como el de los motores de gasolina pero a temperaturas mucho más bajas. Comercialmente, esto puede ser un hueso duro de roer aunque los fabricantes lo esperan como la solución definitiva. En Japón, **Nissan** vende ya un coche con motor diésel que es realmente un HCCI en toda la extensión de la palabra. Todos los grandes fabricantes de motores están preparando ahora parecidos HCCI “bastardos” que admiten producir alguna emisión a cambio de un mejor control.

La industria del motor piensa que los coches que ofrezcan “doble autonomía” van a ser irresistibles. Con el número de conductores duplicado en la próxima década, procedente sobre todo de los que en China, India y resto de Asia cambien sus bicicletas o ciclomotores por automóviles, el único medio de economizar gastos es ir a ello. ■

los coches que ofrezcan “doble autonomía” van a ser irresistibles