



El primer surtidor de hidrógeno

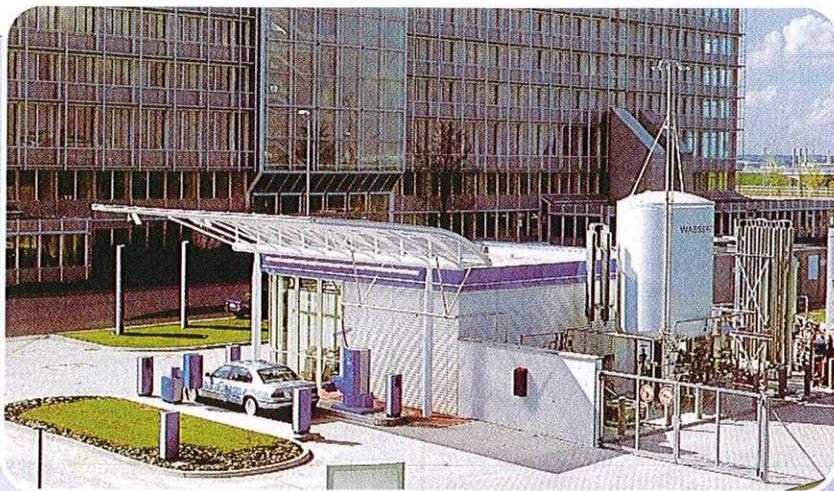
Quando el semáforo de entrada se pone verde, el coche empieza a rodar lentamente por el carril del surtidor y se detiene junto a un monitor situado a la altura de la ventanilla del conductor. “Bienvenido”, anuncia la pantalla. “Por favor, desconecte el motor y accione el freno de mano”. Mientras el conductor gira la llave de encendido, el sistema de repostado ya se ha hecho una imagen precisa del coche mediante un campo magnético que activa un transponder instalado en el vehículo y efectúa la lectura de los datos registrados del automóvil. Además, un escáner calcula la posición exacta del coche.

Inmediatamente después, junto a la parte posterior izquierda del coche, se pone en movimiento el robot de repostado. Comienza a rodar sobre unos raíles y se dirige a la altura necesaria. Acto seguido, su sistema optoelectrónico localiza el tapón del depósito. Una ventosa de goma se ajusta a la boca y, para abrirla, aspira con una bomba de vacío que tira de la tapa.

Al mismo tiempo que realiza esta operación, desconecta el encendido ya que, por motivos de seguridad, el motor no puede estar en marcha durante la operación.

El conductor introduce su tarjeta de crédito en la ranura del terminal y pulsa la opción "Llenar totalmente el depósito" que aparece en la pantalla. Con precisión milimétrica, el brazo robotizado encaja en el depósito del coche, se fija con dos ganchos y acopla las ruedas dentadas de la manga a las del cierre del depósito. Una pequeña tobera lanza un chorro de helio a presión para extraer el aire de la esclusa de conexión, que se bloquea herméticamente mediante las juntas. Las ruedas dentadas giran sincronizadas y abren las esclusas del depósito y del surtidor. Del brazo robotizado sale otra manga que penetra a través del mecanismo de acoplamiento fijado al depósito y comienza a circular el combustible.

Una cámara graba toda la operación, la transmite al monitor del terminal y sobre la pantalla aparece la siguiente información: "Está repostando hidrógeno líquido". En menos de tres minutos, el brazo robotizado



se desacopla y cierra la tapa del depósito. El conductor recibe un vale al apretar un botón y la pantalla se despide con un "Buen viaje" mientras el semáforo de salida pasa de rojo a verde.

Esta escena es una maravillosa realidad técnica y una revolucionaria visión tecnológica del futuro. Hace ya más de un año que entró en funcionamiento, en el aeropuerto de Munich, la primera estación de servicio pública robotizada de hidrógeno líquido. El coste de su construcción fue de casi 2.900 millones de pesetas y contó con el apoyo del Ministerio de Economía de Baviera. Este primer surtidor ha sido desarrollado por

BMW en colaboración con Aral (estaciones de servicio), Linde (tecnología de gases licuados) y otros socios.

Debido a que este fluido ultrafrío no se puede manipular ni con la tecnología habitual ni manualmente, prácticamente hubo que reinventar el sistema de repostado. A principios de los 90 el repostado duraba una hora: el hidrógeno líquido entraba en el depósito (a presión, desde abajo) y se dejaba salir hacia arriba en forma de gas. Ahora, el gas licuado se deja caer en el depósito desde arriba, a través de la manga. Así, el hidrógeno gaseoso se condensa en gotitas y ya no se pierde, y el tiempo del repostado se reduce a menos de tres minutos. ■

Los detalles

BMW es el único fabricante mundial que ha desarrollado (y tiene ya listo para su producción en serie) un coche propulsado con hidrógeno. El Grupo BMW presentó esta tecnología precursora del futuro en la Ludwig-Erhard-Haus, el nuevo Centro de comunicación de la Cámara de Comercio e Industria de Berlín, con un impactante espectáculo de carácter recreativo e informativo.

Lleva dos décadas investigando y tratando de desarrollar estos motores. La berlina 750hL pertenece ya a la 5ª generación de vehículos propulsados por esta energía no contaminante.

El desarrollo del depósito fue el segundo gran reto que tuvieron que afrontar los ingenieros. El hidrógeno es difícil de manejar: para conseguir hacer operativo el motor hay que licuar este gas inodoro, incoloro e insípido enfriándolo a $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sólo así su volumen se reduce en un 99,9% y se puede almacenar suficiente combustible como para recorrer una distancia aceptable. Incluso bajo una presión de 200 bar, el hidrógeno sigue siendo gaseoso y no es adecuado para el motor del coche que, en esas condiciones, con un depósito de 120 litros apenas podría recorrer 40 km.

Pese a que el aislamiento del depósito tiene un espesor de apenas tres centímetros, se comporta como un aislamiento de estireno de cuatro metros de espesor. Entre la doble pared del depósito hay una cámara de vacío donde 70 capas de fibra de vidrio intercaladas con láminas de aluminio protegen de la temperatura del exterior al combustible, que se encuentra a $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura del hidrógeno se eleva sólo un grado por día, por lo que la presión interior aumenta en un bar diario. Con una presión superior a los cuatro bar, el hidrógeno es expulsado gracias a una válvula de seguridad. Es aconsejable arrancar el co-

Un milagro de la Ciencia contemporánea

che dos veces a la semana para reducir la presión (baja en quince minutos con el motor en marcha): si el coche está mucho tiempo aparcado, pierde por día un 2% del contenido del depósito.

¿Puede estallar el depósito? El hidrógeno en estado gaseoso y el oxígeno juntos en un espacio cerrado pueden inflamarse. Pero, a diferencia de los depósitos de gasolina o diesel, en el depósito de hidrógeno no hay aire y, al estar sometido a sobrepresión, sería imposible que éste penetrara aunque se produjera un escape. En caso de accidente grave, la explosión del depósito está descartada, incluso en situaciones extremas, como proximidad de fuego, deformación por choque o perforación. Todas estas situaciones conducen a un único resultado: la desintegración del depósito no es posible, gracias a la válvula de seguridad y a un punto de rotura diseñado para casos de accidente.

Cuatro sensores vigilan permanentemente el nivel de hidrógeno dentro del coche. Uno está colocado debajo del capó, otro en el maletero, otro junto a la boca de llenado del depósito y otro en el habitáculo interior, debajo del revestimiento del techo. Si, debido a un escape, se alcanzara una concentración de hidrógeno del 0,1%, los sensores harían saltar la alarma. En caso de que se sobrepasara el límite del 1%, todas las válvulas de hidrógeno se bloquearían automáticamente y se pasaría al funcionamiento con gasolina. Además, estos sensores están conectados por radio con la central de operaciones de forma que, si se produjera una anomalía importante, los sensores enviarían una llamada de emergencia con los datos exactos de posición.

La tecnología del futuro ya está a punto para su uso y el Grupo BMW hará cuanto esté en su mano para allanar el camino hacia su implantación. El presidente del Consejo de Administración, está convencido de que "dentro de diez años, BMW venderá al año varios miles de vehículos propulsados con hidrógeno". ■

El primer parapléjico a quien le pusieron un innovador dispositivo neuroprotético en el proyecto de demostración de la **Unión Europea 'Levántate y anda' (Stand up and walk, sigla SUAW)** se levantó y anduvo. **Marc Merger** está aprendiendo a andar otra vez con la ayuda de electrodos implantados.

En Europa hay 300.000 parapléjicos, con una edad media de 31 años y, si bien no todos pueden ser candidatos para esta innovación, la técnica ofrece esperanza a los pacientes cuyos músculos de las piernas se mantengan en buenas condiciones. El Profesor **Pierre Rabischong** de la **Facultad de Medicina de Montpellier** dirige el proyecto en el que colaboran equipos de cirujanos, generalistas e ingenieros de seis países que llevan adelante esta revolucionaria idea. Afirma que, pese al 'Levántate y anda' del título de su proyecto 'Biomed', de cuatro años, no es posible restaurar por completo un movimiento normal.

Quienes han tenido lesiones de la columna vertebral no sólo pierden el control de los músculos en pies, piernas y espalda inferior, sino que además no sienten nada en esas regiones. Poniendo electrodos que estimulan ciertos músculos en determinada frecuencia, el paciente puede mantenerse en pie y andar unos metros, incluso subir escalones. Pero, sin sentir nada en esa parte, siempre tendrán que usar muletas altas o andadores. Pero para Marc y otros como él, poder volver a andar por su cuenta es un sueño hecho realidad.

El sistema de estimulación eléctrica funcional que se implanta tiene tres elementos. Primero, un aparato de control programable del tamaño de un grabador portátil que se coloca en la cintura del paciente y está conectado a un simple teclado en la muleta. Este aparato transmite energía y señales de control a un implante en el abdomen mediante una conexión de radiofrecuencia que, a su vez, envía men-

sajes a una antena implantada debajo de la piel. El implante abdominal, construido en torno a un circuito integrado, envía impulsos a 16 electrodos neuronales y epimisiales.

Cuando es posible, se utilizan electrodos neuronales de 2 mA pero algunos músculos son controlados por nervios muy profundos y en estos casos se utilizan electrodos colocados en la superficie de esos músculos, lo más cerca posible del punto motor, y que emiten hasta 20 mA.

El implante cuesta 30.490 euros y de momento necesita sistemas de apoyo muy voluminosos para ser activado pero el objetivo del Prof. **Rabischong** es condensar la tecnología en un pequeño ordenador portátil que el paciente pueda llevar. Se pensó en un principio hacer el implante en seis pacientes durante el proyecto pero hubo dificultades técnicas imprevistas con los implantes de Marc y hubo que aplazar esa idea. El proyecto terminó oficialmente a fines de marzo pero es posible que obtenga una extensión de tres meses para seguir adelante con los implantes.

Para evitar las desilusiones todos los pacientes elegidos tienen que pasar por un cursillo prequirúrgico llamado EXOSTIM, que les permite ponerse de pie y andar con electrodos cutáneos. Además de producir los aparatos y los programas informáticos del sistema, los socios del programa, que son europeos de diversos países, han preparado tres protocolos que han sido aprobados por los Comités éticos de todos esos países.

Trabajan en el proyecto seis cirujanos y seis generalistas de seis Estados miembros de la UE junto con ingenieros de una serie de Centros de investigación y empresas comerciales. Durante el proyecto, los socios generalistas crearon una Red clínica europea para preparar los protocolos necesarios. Pero, antes de que el sistema se pueda usar, tiene que recibir el certificado de la marca CE. ■