

# ¿Qué provoca los fallos prematuros en las baterías de los automóviles?

Por Isidor Buchmann, Artículo cedido por Adler Instrumentos.

Isidor Buchmann es el fundador y Director Ejecutivo de Cadex Electronics Inc., en Vancouver en la Columbia Británica, Canadá. Buchmann ha estudiado el comportamiento de baterías recargables en la práctica y en las aplicaciones diarias durante dos décadas. Es autor de muchos artículos y libros de baterías. Más información en: [www.cadex.com](http://www.cadex.com)

*Los hábitos al conducir, podrían ser la causa.*

Un fabricante alemán de automóviles de lujo revela que de 400 baterías SLI que fueron retornadas bajo garantía, 200 están trabajando bien y no tienen ningún problema. La estratificación del ácido y la carga baja son las causas más comunes de los fallos aparentes. El fabricante dice que el problema es más común en los automóviles de lujo, grandes con opciones auxiliares hambrientas de energía que en los modelos más básicos.

En Japón, el fallo de la batería es la queja más numerosa de los dueños de nuevos automóviles. El coche mediano se conduce solamente 13 kilómetros (8 millas) por día y más que nada lo hace en una ciudad congestionada. En consecuencia, las baterías nunca conseguirán ser cargadas completamente y se produce la sulfatación. Las baterías en los automóviles japoneses son pequeñas y proporcionan únicamente la energía necesaria para poner el motor en marcha y realizar algunas funciones rudimentarias. Norteamérica no sufre de estos problemas de batería, en

parte debido a las largas distancias que se recorren diariamente.

El buen funcionamiento de la batería es importante porque los problemas durante el período de la garantía afectan directamente la satisfacción del cliente. Cualquier

solicitud de servicio durante ese tiempo es registrada y el número se publica en las revistas comerciales. Este dato es de gran interés entre los potenciales compradores de automóviles a través del mundo.

El mal funcionamiento de la batería rara vez es la causa de un defecto de fábrica; los hábitos al conducir son los culpables más comunes. Demasiada corriente eléctrica puede ser demandada en la distancia conducida, en consecuencia la batería no recibe una carga periódica completa y saturada, requisito tan importante para la vida útil de una batería de plomo-ácido. Según uno de los fabricantes europeos líderes en baterías de autos, los defectos de fábrica son menos del 7 por ciento.

Consiguir una estimación rápida y confiable de una batería que falla es difícil. La mayoría de los comprobadores de batería en uso toman solamente el amperaje de arranque en frío (CCA) y las lecturas del voltaje. La capacidad, la medida más importante de una batería, es inaccesible. Tomar la lectura del CCA es relativamente simple, pero medir la capacidad es muy complejo y los instrumentos que ofrecen esta característica son costosos. Por esta razón, la mayoría de los instrumentos de medida continúan basándose en la aplicación de una descarga y una recarga completa. Este procedimiento se utiliza típicamente en un ambiente de laboratorio. Las limitaciones de tiempo del sector de servicio no permiten este tipo de trabajo.

El Spectro CA-12 de Cadex Electronics es el primero en una serie de comprobadores de batería de alta gama que es capaz de medir la capacidad, CCA y estado-de-carga (SoC) en una única prueba, no invasiva. La tecnología se basa en la espectroscopia de impedancia electroquímica multi-modelo (EIS). El sistema inyecta 24 frecuencias de excitación que van de 20 a 2000 Hertz.

Las señales sinusoidales se regulan a 10mV/celda para permanecer dentro de la tensión térmica de la batería de plomo. Esto logra lecturas estables tanto para baterías pequeñas como grandes. Durante los 30 segundos de tiempo de prueba se completan más de 40 millones de transacciones. Un algoritmo patentado analiza los datos y los resultados finales se muestran con la capacidad, CCA y estado-de-carga. El Spectro CA-12 para baterías de automoción se muestra en la figura 1.

Los probadores avanzados de batería se fijan para trabajar dentro de una gama de pruebas preconfigurada. A diferencia de una fotocopiadora que duplica cualquier documento que se ponga en el cristal, un rápido comprobador de baterías de alta gama necesita saber el tipo de la misma, la capacidad indicada, CCA y voltaje.

Además, se requiere una matriz contra la cual se comparan las lecturas. Estas matrices pueden incluir los tipos más comunes de diseños de baterías, como el SLI, de ciclo profundo, estera absorbente de vidrio (AGM), enrollado en espiral, y tipo gelificado (como el usado para sillas de ruedas y vehículos eléctricos), así como también pueden desarrollarse para pruebas en litio y baterías basadas en níquel.

El Spectro CA-12 incluye las matrices más comunes. Matrices adicionales pueden agregarse mediante un proceso de escaneado de baterías del mismo modelo en diferentes niveles de estado de salud, con el CA-12 funcionando con un programa especial. Antes de escanear, las baterías se deben preparar con un programa definido de carga y descarga. Con la ayuda del software de PC, los datos recogidos se envían a Cadex donde los ingenieros ensamblan el código y envían una matriz especial al usuario para transferir directamente al comprobador.

Figura 1. El Spectro CA-12 de Cadex Electronics es el primero en una serie de probadores de batería de alta gama y es capaz de medir la capacidad, CCA y estado-de-carga (SoC) en una prueba sola, no invasiva.



### Códigos de barra para Baterías de automóviles.

Un fabricante de automóviles de lujo alemán ha introducido un sistema que pone la información vital de la batería en una etiqueta de código de barras. La etiqueta también contiene el número de serie y la fecha de fabricación de la batería. Al revisar las baterías con un comprobador que verifique el código de barras, el técnico solamente necesitará escanear la etiqueta y el instrumento se configurará automáticamente con los parámetros necesarios. La prueba de la batería se reduce así a la lectura de la etiqueta, sujetar los contactos a los terminales de la misma, y leer los resultados de la prueba. La figura 2 ilustra la prueba en proceso.

La codificación con barras de las baterías de automóviles simplifica las pruebas, elimina errores en la configuración y permite que personas no entrenadas realicen el servicio.

La exactitud de las mediciones también mejora porque el sistema

selecciona la matriz más conveniente. Las baterías sin código de barras pueden ser actualizadas agregando una etiqueta permanente.

Los datos y el número de serie de la batería se incorporan en el software de PC de Cadex que traduce la información al formato de código de barras para la generación de la etiqueta en una impresora para esos propósitos. Una vez etiquetada, las pruebas subsecuentes en esta batería se simplifican notablemente.

Para eliminar reclamaciones de la garantía que no corresponden, puede introducirse un proceso en el cual se requieren el número de serie de la batería y el número del chasis del automóvil.

Un reemplazo de la batería se ofrece únicamente si la información es correcta. Otro sistema para controlar la veracidad consiste en generar una numeración de garantía, que acompañe la batería en malas condiciones y su papeleo, al ser devuelta a su fabricante para el posterior reemplazo.

### Estratificación ácida, un problema con los automóviles de lujo

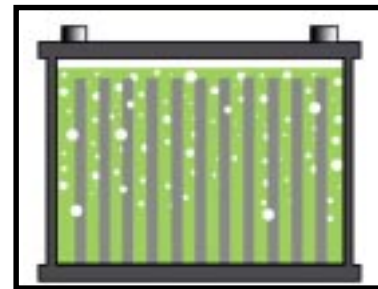


Figura 3. Una batería normal. En la batería normal el ácido se distribuye de forma homogénea entre la parte superior y la inferior de la celda, proporcionando así el máximo de capacidad posible.

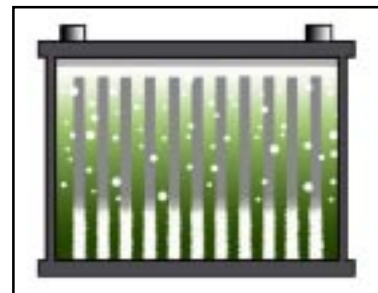


Figura 4. Una batería estratificada. La concentración ácida es ligera en la parte superior y se concentra en el fondo. La alta concentración ácida eleva artificialmente el voltaje del circuito abierto provocando que la batería aparentemente cargada, tenga en realidad un CCA bajo. La concentración ácida excesiva induce la sulfatación en la mitad inferior de las placas.

Una causa común de la falla de la batería es la estratificación ácida. El electrolito en una batería estratificada se concentra en el fondo, causando que la mitad superior de la celda sea pobre en ácidos. Este efecto es similar al de una taza de café en la cual el azúcar se queda en el fondo; cuando la camarera se olvida de traer la cuchara para removerla.

Las baterías tienden a estratificarse si son guardadas con bajos niveles de carga (por debajo del 80%) y nunca tienen la oportunidad de recibir una carga completa. La conducción por cortas distancias con utilización del limpiador del parabrisas y los calentadores eléctricos contribuyen a esto. La estratificación ácida reduce el funcionamiento general de la batería.

La figura 3 ilustra una batería normal en la cual el ácido está distribuido de forma homogénea. Esta batería rinde correctamente pues las placas están rodeadas por una adecuada concentración de ácidos.

La figura 4 muestra una batería



Figura 2. La codificación con barras de las baterías de automóviles simplifica las pruebas. El técnico lee la etiqueta y el CA-12 se configura automáticamente al tipo correcto de batería. Los resultados de la prueba y el número de serie de la batería se pueden descargar en un software de PC de Cadex para ser posteriormente comparados.

estratificada en la cual la concentración ácida es menor en la parte superior y se concentra en el fondo. El ácido ligero limita la activación de la placa, promueve la corrosión y reduce el rendimiento.

La alta concentración ácida en el fondo, por otra parte, eleva artificialmente el voltaje del circuito abierto. La batería que parece completamente cargada, proporciona en realidad un CCA bajo. La alta concentración ácida también promueve la sulfatación y disminuye la conductividad ya de por sí baja. Sin control, esa condición conducirá eventualmente a una falla de la batería provocada por el usuario.

Permitir que la batería descanse por algunos días, la aplicación de movimientos de sacudida, ó voltearla de lado tiende a corregir el problema. Una "carga de topping" mediante la cual la batería de 12 voltios es llevada hasta 16 voltios durante una a dos horas también invierte la estratificación ácida. La "carga de topping" también reduce la sulfatación causada por la alta concentración ácida. Es necesaria la atención cuidadosa de la batería durante este proceso para evitar el calentamiento excesivo y la pérdida del electrolito en exceso a través de la gasificación del hidrógeno. Siempre cargue la batería en un cuarto bien ventilado. La acumulación de gas de hidrógeno puede conducir a una explosión. A diferencia de muchos otros gases, el hidrógeno es inodoro y es detectable únicamente con aparatos de medida. La estratificación ácida es difícil de medir, incluso con el uso de tecnología de EIS. Los comprobadores no invasivos toman simplemente una "foto" de la condición, realizan un promedio de las medidas y dan los resultados. Las baterías estratificadas tienden a mostrar altos niveles de estado de carga en sus lecturas debido al voltaje elevado. En pruebas preliminares, el Spectro CA-12 también muestra lecturas levemente más altas de CCA y de capacidad normal.

Después de dejar descansar la batería, la capacidad tiende a normalizarse. Esto puede ser debido a efectos de difusión en la batería estratificada provocado por el descanso. Se dispone de poca información respecto a cuánto descanso requiere una batería estratificada para poder mejorar esta condición. Se sabe, sin embargo, que temperaturas muy altas acelerarán el proceso de la difusión. Idealmente, el comprobador de batería debería indicar el nivel de la estratificación ácida, la sulfatación, carga superficial y condiciones similares, desplegando la solución ó procedimiento de corrección del problema. Esta característica no es posible aún. Se está haciendo mucha investigación en la evaluación de las baterías sin la necesidad de aplicar una descarga completa. Este conocimiento podrá ser aplicado entonces a otros sistemas de baterías, tales como los de tracción, militares, marinos, aviación ó estacionarios.

### El desafío de la prueba de baterías.

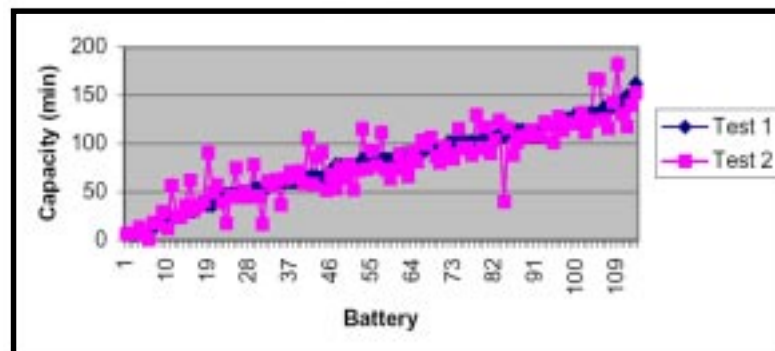
Durante los últimos 20 años, la prueba de baterías se retrasó ante otras tecnologías. Una de las razones: la batería es un animal muy difícil de probar, más allá de la aplicación de una carga completa, descarga y recarga. La batería se comporta de forma similar a nosotros los seres humanos: todavía no sabemos porqué nos desempeñamos mejor en ciertos días que otros. Incluso con la

utilización de equipos altamente precisos de carga y descarga, las baterías producen fluctuaciones de capacidad de forma preocupantemente alta. Para demostrar este fenómeno, Cadex realizó pruebas sobre más de 100 baterías de automóviles con diferentes niveles de funcionamiento (figura 5). Primero preparamos las baterías dándoles una carga completa con un posterior período de descanso de 24 horas. Luego, medimos la capacidad aplicando una descarga de 25A a 10.50V ó 1.75V/celda (diamantes negros). Este procedimiento fue repetido una segunda vez y las capacidades resultantes fueron trazadas (cuadrados púrpura). Hubo importantes variaciones de hasta 15% en el parque de baterías probado. Algunas baterías tuvieron lecturas más elevadas la segunda vez; otras resultaron más bajas. Las baterías portátiles de níquel y de litio-ion parecen ser más consistentes en las lecturas que las de ácido. Será necesaria más investigación para encontrar la causa de las inestabilidades aparentes de las baterías de plomo.

### Resumen

Por largo tiempo, los comprobadores de carga han sido el método estándar de prueba de baterías de automóviles. En el año de 1992 se introdujo la medida de conductancia AC, un método que simplifica la prueba de baterías. Ahora estamos experimentando con la espectroscopia de impedancia electroquímica

Cuadro 5: Las capacidades de 113 baterías de coche medidas con el método convencional de la descarga mostraron una fluctuación del 15%.





multi-modelo (EIS) en una versión portátil a un precio accesible.

La EIS es muy compleja, y hasta hace poco tiempo requería de computadoras dedicadas y costoso equipamiento de laboratorio, sin mencionar químicos e ingenieros para interpretar las lecturas obtenidas. El equipamiento de un sistema EIS se monta usualmente en chasis de tipo rack, y la instalación cuesta decenas de miles de dólares. Los procesadores digitales de señal de alta velocidad, y el análisis de datos avanzado, han hecho posible reducir esta tecnología a unidades portátiles de mano.

Una de las desventajas de las tecnologías más viejas es la incapacidad de poder medir la capacidad de la batería. La medida de CCA por sí sola, tiende a ser engañosa porque el estado de carga y de otras condiciones afectan las lecturas. La capacidad

es una medida importante que determina la condición de la batería de la forma más exacta posible.

Ningún comprobador de batería soluciona todos los problemas. Los probadores básicos tienen la ventaja de ser de bajo costo, simples de utilizar y capaces de trabajar con una amplia gama de tipos de baterías. Sin embargo, estas unidades proporcionan solamente una indicación superficial de la condición de la batería. La mayoría de estos equipos tienen pobres capacidades de detección de fallas e indican simplemente si la batería "está bien", "requiere recarga" ó simplemente "falló". Una prueba de laboratorio en Cadex demuestra que un probador de la batería basado en EIS es cuatro veces más exacto en la detección de las baterías débiles que la tecnología por conductancia AC. Además, la tecnología de EIS se pue-

de configurar para mostrar la capacidad, CCA y estado de carga con lecturas en números y en el porcentaje respecto al valor nominal. La figura 6 ilustra estas medidas.

Mientras que los resultados en forma numérica son importantes para los ingenieros en un laboratorio de investigaciones de batería, un método de detección preciso de tipo "pasa/no pasa" es a menudo suficiente para el sector de servicio. El técnico necesita simplemente saber si una batería que falla requiere ser recargada o sustituida. Los probadores convencionales de batería a menudo interpretan equivocadamente el estado de una batería, debido a un bajo estado de carga.

Se reemplazan muchas baterías cuando en realidad, alcanzaba con recargarlas, mientras que otras se muestran saludables cuando en realidad deberían haber sido substituidas.

Con un sistema rápido y exacto de la prueba de la batería, las baterías devueltas se pueden probar, cargar y mantener listas para un reemplazo eventual. Tal programa aceleraría un servicio, mejoraría la satisfacción de cliente y ahorraría dinero. □

Figura 6. El Spectro CA-12 muestra las mediciones de CCA, RC y SoC. Los resultados se exhiben en números y en el porcentaje respecto al valor nominal.