

FUGA TÉRMICA EN BATERÍAS DE LITIO-ION

F.E. Gallardo ⁽¹⁾, G.A Sampayo ⁽¹⁾, G. Montiel ⁽²⁾

fgallardo@inti.gov.ar

⁽¹⁾ Departamento de Seguridad Contra Incendios y Explosiones - INTI,

⁽²⁾ Departamento de Almacenamiento de la Energía - INTI.

Palabras Clave: Batería; litio-ion; fuga térmica.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las baterías de litio-ion son ampliamente utilizadas en aplicaciones como ser: movilidad, dispositivos electrónicos y energías renovables. Esto se debe a su alta densidad de carga, gran cantidad de ciclos, menor peso/tamaño en comparación con otros tipos de baterías. Sin embargo, en Argentina no existe marco normativo para uso, desempeño y disposición de estas baterías.

Las baterías de litio-ion cuentan con un ánodo que generalmente es de grafito y un cátodo que puede ser fabricado de diferentes materiales dando lugar a distintos tipos de baterías: LCO, NCA, NMC, LMO, LFP, etc. Además, tienen un electrolito que es el medio capaz de transportar los iones de litio entre el cátodo y el ánodo y un separador cuya función es evitar el contacto entre los electrodos.

A nivel de seguridad, una de las principales preocupaciones de las baterías de litio es su estabilidad térmica y entender el fenómeno llamado fuga térmica (thermal runaway: TR), donde se pueden alcanzar temperaturas superiores a 600°C y ocasionar incendios generalizados. Durante el TR serán críticos el separador, el electrolito, el estado de carga y el diseño de las celdas o baterías, otros. El TR puede ser disparado por los siguientes abusos: térmico, eléctrico, electroquímico o mecánico.

OBJETIVOS

Desarrollar un protocolo de ensayos que permita caracterizar baterías de litio-ion contemplando condiciones de abuso. Aplicar el protocolo en baterías utilizadas en dispositivos electrónicos portátiles (celulares).

DESARROLLO

El protocolo propuesto se basó en la normativa existente para celdas secundarias (del tipo recargable) y para baterías de litio. El mismo se dividió en: caracterización de las baterías y ensayos de abuso, los cuales nos brindaron información respecto a la seguridad de las

baterías ante condiciones de alta sollicitación eléctrica, térmica o mecánica.

La caracterización consta de un conjunto de ensayos de desempeño extraídos de la Norma IEC 62133 [1] y los mismos brindaron información sobre los parámetros eléctricos de la batería y su respuesta ante condiciones de carga-descarga y envejecimiento.

Para los ensayos de abuso se seleccionaron ensayos de la Norma IEC 62133 y se tomó el método para el ensayo de exposición al fuego de la Norma UL 16242 [2]. Los ensayos seleccionados fueron:

- Carga forzada
- Descarga forzada
- Descarga profunda
- Abuso térmico
- Fatiga de la carcasa a alta temperatura
- **Exposición al fuego**

En la figura 1 se observan los equipos utilizados para los ensayos y las baterías de litio-ion del tipo LCO.



Figura 1: Equipo potenciostato y booster para ensayos electroquímicos, cámara de ensayo de exposición al fuego, estufa de convección forzada y batería LCO.

Se ensayaron un total de 10 baterías de litio-ion del tipo LCO (pouch) para celulares, de origen Malasia.

RESULTADOS

En la figura 2 observamos los resultados obtenidos en los ensayos de desempeño.

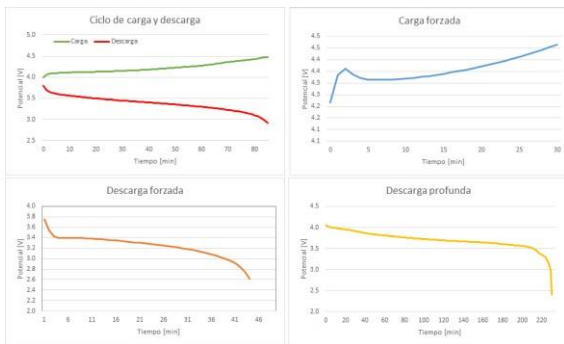


Figura 2: Curvas obtenidas de los ciclados (verde y rojo), ensayos de carga forzada (azul), descarga forzada (naranja) y descarga profunda (amarillo).

En los ensayos de carga forzada y descarga forzada se midió la temperatura sobre la superficie de la batería, observándose un incremento de 50°C durante la descarga forzada mientras que en la carga forzada está elevación fue de solo 7°C.

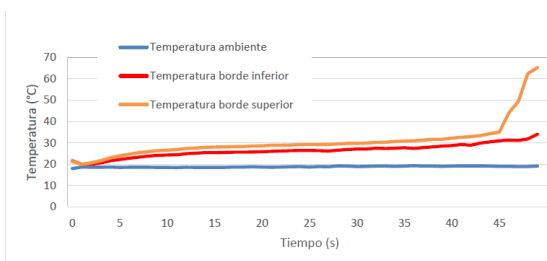


Figura 3: Evolución de la temperatura durante el ensayo de descarga forzada, en azul la temperatura ambiente.

En la figura 4 se observan las baterías luego de los ensayos de abuso térmico: sin cambios; y fatiga de la carcasa (130°C) donde se observó una deformación en el vértice superior derecho.



Figura 4: A la derecha baterías después del ensayo de abuso térmico y a la izquierda batería después del ensayo de fatiga de la carcasa.

En la figura 5 se observa la secuencia del ensayo de exposición al fuego, en la cual se puede ver el proceso de TR: hinchamiento, jets

(liberación de gases a alta presión) y combustión de los gases inflamables.

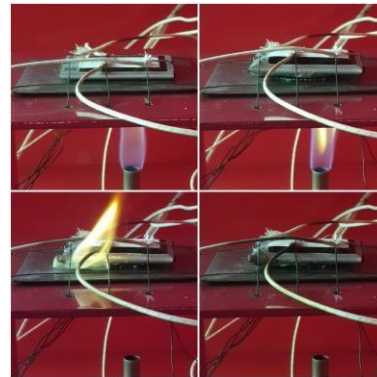


Figura 5: Secuencia del ensayo de exposición al fuego.

En la figura 6 se presentan la evolución de las temperaturas y la tensión entregada por la batería durante el ensayo de exposición al fuego. A partir de los 190°C se dispara la temperatura de la batería, inicio del TR.

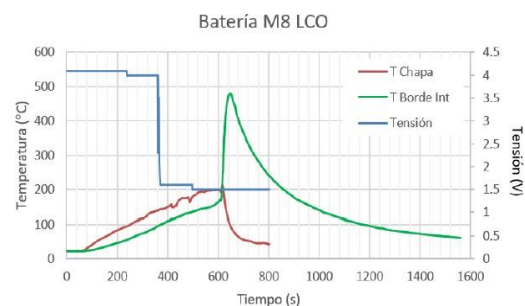


Figura 6: Evolución de temperaturas y tensión durante el ensayo de exposición al fuego.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las baterías de litio ensayadas:

- Presentaron un patrón de comportamiento de carga y descarga evidenciando homogeneidad.
- El deterioro comenzó a partir de los 130°C y el mismo es irreversible.
- La caída abrupta de tensión a los 140°C evidenció una falla en el separador.
- El proceso de fuga térmica se inició cuando la superficie de la batería se encontró entre 190°C y 200°C.
- Durante el ensayo de exposición al fuego: el tiempo de enfriamiento promedio de las baterías resultó 917s y las mismas perdieron en promedio 6g.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IEC 62133, Edición 2.0 2012-12 "Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications"
- [2] UL 1642 Tercera edición junio 1999 "Standar for Lithium Batteries"