

Evaluación del Rendimiento de Baterías 18650 en Condiciones de Vacío Térmico

● Josué Aldana, ● Osmin Larreynaga, ● Manuel Pleites, ● Ali Barahona

Resumen—Este ensayo mide parámetros eléctricos de voltaje y corriente a baterías de iones de litio 18650 descargadas a una corriente constante. Se simulan condiciones de temperatura y presión similares a una misión estratosférica en globos de gran altitud (HABs). Finalmente se obtiene la curva de descarga para evaluar el comportamiento de las baterías en condiciones ambientales extremas.

Palabras clave—HAB, baterías 18650, vacío térmico, curva de descarga, simulación.

I. INTRODUCCIÓN

LA evaluación del rendimiento de las baterías 18650 en condiciones extremas es crucial para su eficiencia en entornos espaciales. En este ensayo, analizamos su comportamiento en un vacío térmico simulado que imita las condiciones de misiones estratosféricas en globos de gran altitud (HAB) [1].

Utilizando el software de simulación Cambridge University Spaceflight Landing Predictor [2], obteniendo datos de trayectoria durante una semana y relacionando variables atmosféricas mediante ecuaciones descritas bajo el International Standard Atmosphere (ISA) [3], establecemos las condiciones térmicas y de presión relevantes para el ensayo de laboratorio [4], [5]. Ver Fig.1.

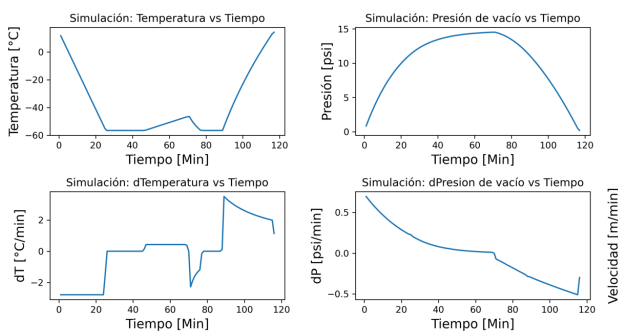


Figura 1. Temperatura y presión de vacío respecto al tiempo.

La caracterización y verificación del equipo de laboratorio es fundamental para asegurar la fiabilidad del experimento. En la primera etapa del ensayo, se deben medir y evaluar los valores límites, máximos y mínimos del equipo para confirmar que cumple con los requisitos deseados, ver Tabla I.

El presente documento corresponde a una guía de ensayo de vacío térmico para baterías de iones de litio 18650 para el proyecto StratoBalloon del Observatorio Micro-Macro(OMM) de la Universidad Don Bosco.

II. OBJETIVOS

- Recrear condiciones de vacío térmico según simulaciones del modelo GFS relacionados con el estándar ISA.
- Medir voltaje y corriente a tres modelos de baterías de litio 18650 bajo una descarga a corriente constante en condiciones que imitan la estratósfera.
- Obtener la curva de descarga de la batería para evaluar su rendimiento en términos de eficiencia energética.

III. EQUIPO Y MATERIALES

- ☐ 1 Cámara de vacío térmico
- ☐ 1 Fuente de alimentación 5 VDC
- ☐ 1 Laptop
- ☐ 1 Tarjeta electrónica BT1/BT2
- ☐ 1 Tarjeta electrónica TVCT1
- ☐ 1 RTD PT1000
- ☐ 1 Barómetro MS5611
- ☐ 1 Sistema térmico pasivo
- ☐ 1 Sistema térmico activo
- ☐ 1 Base para tarjeta electrónica
- ☐ 1 Batería 18650 LG MJ1
- ☐ 1 Batería 18650 Steren
- ☐ 1 Batería 18650 Sony Murata VTC5D
- ☐ 1 Contenedor plástico
- ☐ 1 Par de guantes de piliuretano

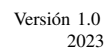
IV. PROCEDIMIENTO

En esta sección, se presenta la metodología utilizada para realizar el ensayo de vacío térmico en baterías 18650 y alcanzar los objetivos establecidos.

IV-A. Valores de Referencia: Variables Atmosféricas

Tabla I
VALORES LÍMITE DE TEMPERATURA Y PRESIÓN DE VACÍO

Valor	Variable Física	
	Temperatura [°C]	Presión de vacío [PSI]
Mínimo	-56.50	0.19
Promedio	-38.01	10.34
max_T	14.30	14.52
dX/dt_min	-2.78	-0.70
dX/dt_prom	0.02	0.01
dX/dt_max	3.50	0.51



- 9.a. Evaluar si el equipo satisface los requisitos necesarios para el ensayo de vacío térmico.

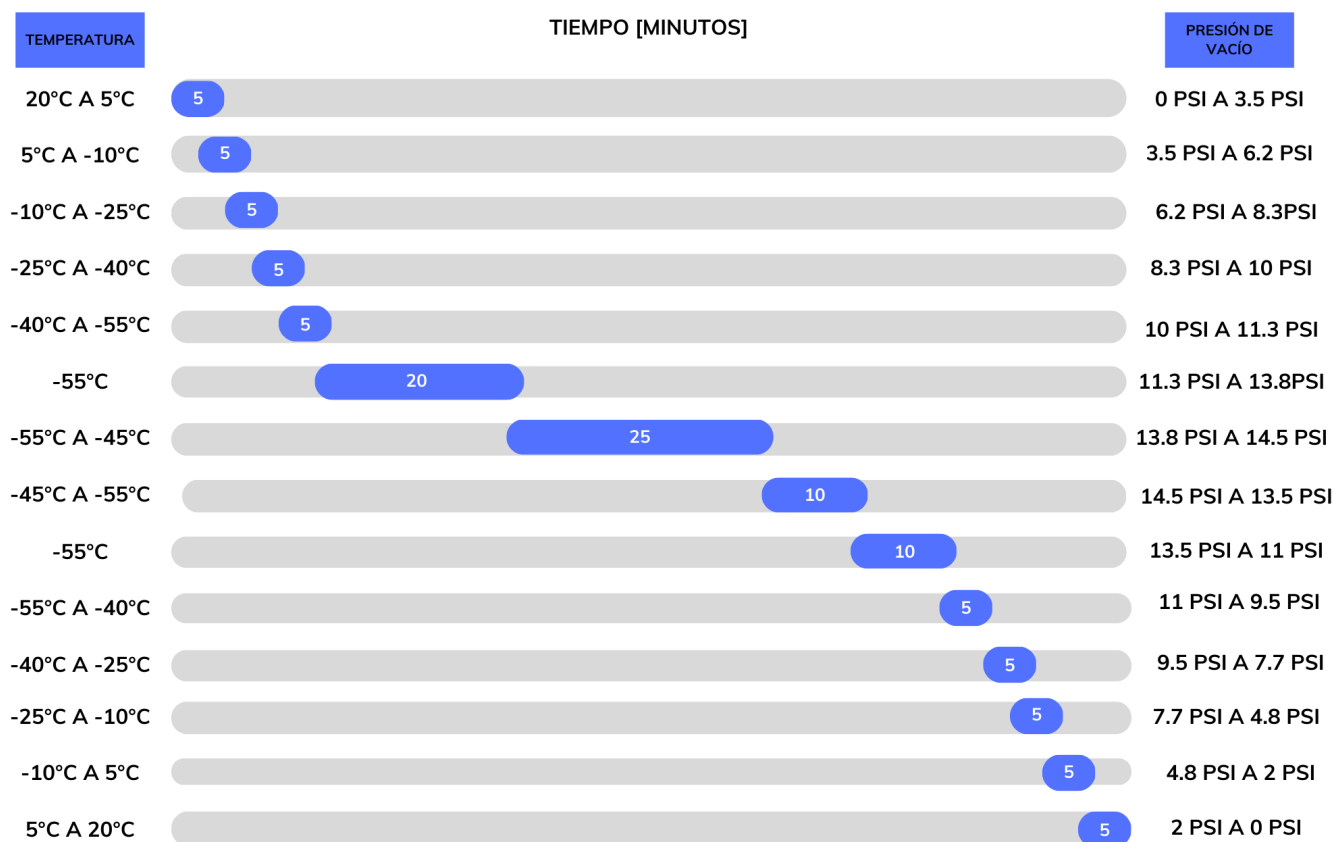


Figura 2. Diagrama de tiempos para transiciones en temperatura y presión

IV-C. Caracterización de Baterías de Iones de Litio

1. Preparación del equipo:

- Para garantizar una adecuada protección durante las pruebas, se recomienda colocar el sistema electrónico BT1/BT2 en un contenedor. Esto permitirá evitar cualquier contacto directo con el equipo de pruebas.
- Colocar el contenedor con el BT1/BT2 en el interior del equipo (cámara de vacío térmico, frigorífico, etc.).
- Conectar el BT1/BT2 a una fuente de 5 VDC.

2. Prueba de comunicación inalámbrica:

- Verificar comunicación inalámbrica del BT1/BT2 para asegurarse de que funcione correctamente.
- En caso de fallar la comunicación inalámbrica, revisar las conexiones y realizar pruebas adicionales para identificar posibles interferencias.
- En caso de interferencias con el equipo de pruebas, desactivar esta función.

3. Configuración del sistema de recolección de datos:

- Iniciar el sistema de recolección de datos del BT1/BT2 y verificar el correcto registro en memoria microSD.

4. Valores de referencia

Tabla II
VALORES NOMINALES DE LAS BATERÍAS

Valores nominales	Steren	LG MJ1	Sony Murata VTCD5
Voltaje [V]	3.70	3.60	3.60
	3.00	2.50	2.50
Capacidad [mAh]	2200	3500	2800
	2200	3400	2700
Tiempo de servicio [h]			P- P-

4.a. Test de temperaturas y presiones:

- Revisar el SOC inicial de la batería de prueba, esta deberá tener el voltaje nominal según la Tabla II.
- Configurar el equipo y BT1/BT2 para iniciar la descarga de la batería 18650, en las condiciones de temperatura y presión descritas en la Fig.2.

Utilizar el acceso remoto del BT1/BT2 para enviar marcas de tiempo al iniciar cada cambio en las variables ambientales.

Como una alternativa a las marcas de tiempo, anotar la hora de inicio para cada cambio de temperatura o presión en las siguientes casillas:

[illegible]

4.b. Repetición del proceso:

- 4.b.a. Repetir el paso 4.a al menos dos veces para obtener datos contrastantes y asegurar la precisión de las mediciones.
- 4.b.b. Utilizar la cámara termográfica para verificar que la PT1000 regrese a la temperatura inicial entre pruebas y para realizar inspecciones internas del equipo.
- 4.b.c. Aplicar el proceso para cada batería 18650 en estudio.
- 4.b.d. Repetir pruebas con un sistema de control térmico pasivo/activo en caso sea necesario. Para ello están disponibles las siguientes casillas:

[illegible]

4.c. Verificación y apagado del equipo:

- 4.c.a. Verificar el estado general del equipo y asegurarse de que todo esté en orden.
- 4.c.b. Desconectar la fuente de alimentación del BT1/BT2 y apagar el equipo siguiendo los procedimientos de seguridad del laboratorio.

4.d. Extracción y respaldo de los datos:

- 4.d.a. Extraer los datos de la memoria micro SD del BT1/BT2.
- 4.d.b. Cargar datos en repositorio de GitHub para evitar la pérdida de información.

4.e. Análisis de resultados:

- 4.e.a. Calcular la curva $I(t)$ para cada modelo de batería 18650 utilizando los datos obtenidos.
- 4.e.b. Evaluar el rendimiento de cada batería utilizando mediante el estudio de los datos recolectados, valores límites y gráficas.

V. CONCLUSIONES

[illegible]

REFERENCIAS

- [1] Jiwei Tang, Shumin Pu, Peixi Yu, Weicheng Xie, Yunfei Li, Bingxing Hu, “Research on Trajectory Prediction of a High-Altitude Zero-Pressure Balloon System to Assist Rapid Recovery,” *Aerospace*, vol. 9, no. 10, pp. 622, 2022. DOI: 10.3390/aerospace9100622.
- [2] Sitio web de Predict SondeHub, <https://predict.sondehub.org/>.
- [3] Università degli Studi di Napoli Federico II, “International Standard Atmosphere (ISA),” <https://agodemar.github.io/FlightMechanics4Pilots/mypages/international-standard-atmosphere/>, 2020.
- [4] AJ23A, “StratoBalloon,” https://github.com/AJ23A/StratoBalloon/tree/master/EPS/Battery_Test, Año.
- [5] osmin-lab, “Proyec_Gda_Simula-PCB_Nav,” https://github.com/osmin-lab/Proyec_Gda_Simula-PCB_Nav, Año.