

Application Note AN-BAT-013

Mediciones EIS simultáneas de un cátodo y ánodo de una batería de iones de litio

Second Sense (S2) para mediciones simultáneas en ambos electrodos en aplicaciones de investigación de baterías

En la investigación de baterías, la espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) es una herramienta necesaria para investigar los procesos que ocurren en los electrodos. Con una batería común de tres electrodos, la EIS se puede realizar secuencialmente primero en un electrodo y luego en el otro electrodo. Sin embargo, gracias a la funcionalidad Second Sense (S2) disponible en VIONIC con tecnología INTELLO, la EIS se puede realizar simultáneamente en ambos electrodos.

En esta nota de aplicación, la EIS se realiza simultáneamente en el cátodo y el ánodo de una batería de iones de litio. Este estudio proporciona un ejemplo de medición para los investigadores que necesitan investigar los procesos electroquímicos que ocurren simultáneamente en los polos de una batería.

INTRODUCCIÓN

La espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) es una de las herramientas técnicas más importantes para la caracterización de baterías. Una limitación del análisis de datos EIS de dos electrodos es que a menudo puede resultar difícil desconvolucionar componentes de impedancia que tienen constantes de tiempo similares. Las mediciones de media celda se pueden utilizar para estudiar la impedancia asociada con los dos electrodos por separado, pero es posible que no reflejen los procesos que ocurren en la celda completa en diferentes estados de carga y descarga.[1].

Si se introduce un electrodo de referencia que no interfiere con el ciclo de la celda, la impedancia del cátodo y del ánodo con respecto al electrodo de referencia se puede medir después de cargar y descargar la celda como de costumbre.

Con VIONIC impulsado por INTELLO, la corriente se mide en el cátodo (electrodo de trabajo). El potencial entre el cátodo y los electrodos de referencia también se mide conectando el cable S1 al cátodo y el cable RE al electrodo de referencia. Además, el potencial entre el ánodo y el electrodo de referencia se puede medir conectando el cable S2 al ánodo de la batería.

De esta forma, se pueden medir simultáneamente los datos de impedancia electroquímica del cátodo (positivo) y del ánodo (negativo).

CONFIGURACIÓN EXPERIMENTAL

Se utilizó una celda de batería equipada con un electrodo de referencia interno. El experimento consistió en una medición EIS potenciostática a un potencial de CC ajustado al potencial de circuito abierto (OCP), de 100 kHz a 100 mHz, 10 frecuencias por década y una amplitud máxima de 30 mV.

El OCP fue de 3,71 V frente a la referencia.

El experimento se realizó con VIONIC con tecnología INTELLO, mientras que el análisis de datos se realizó con NOVA 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Figura 1, se muestra el gráfico de Nyquist de la medición EIS realizada simultáneamente en el cátodo (azul) y el ánodo (naranja).

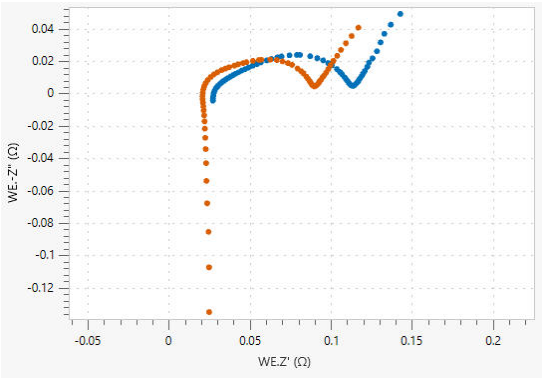


Figure 1. Gráfico de Nyquist de cátodo (en azul) y ánodo (en naranja).

Aquí se puede observar cómo la impedancia total del cátodo es mayor que la impedancia del ánodo.
Se obtiene información similar del diagrama del módulo de Bode (Figura 2) y diagrama de fase de Bode (figura 3) del cátodo y del ánodo.

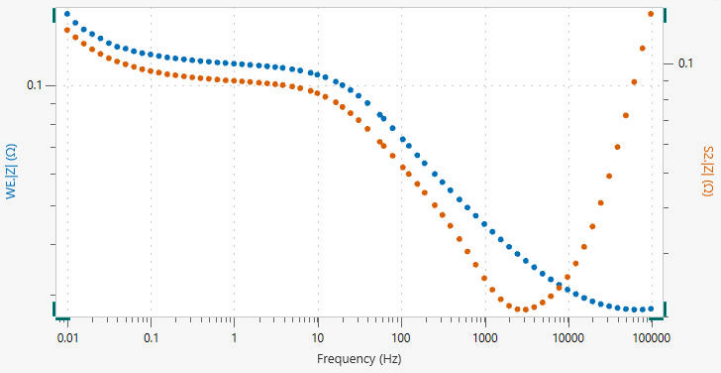


Figure 2. Gráfico del módulo de Bode del cátodo (en azul) y del ánodo (en naranja).

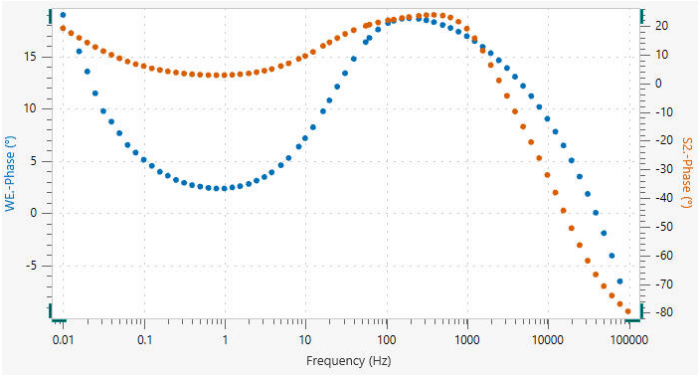


Figure 3. Gráfico de fase de Bode del cátodo (en azul) y del ánodo (en naranja).

Los datos se exportaron a NOVA 2 para su posterior análisis.
Dado que la composición de los electrodos no estaba disponible, se utilizó un circuito equivalente genérico para el ajuste. Se utilizó el mismo circuito equivalente tanto para el cátodo como para el ánodo.2].
Los resultados del ajuste se muestran como valores de los elementos del circuito equivalente junto con el circuito equivalente para el cátodo (Figura 4) y el ánodo (Figura 5).

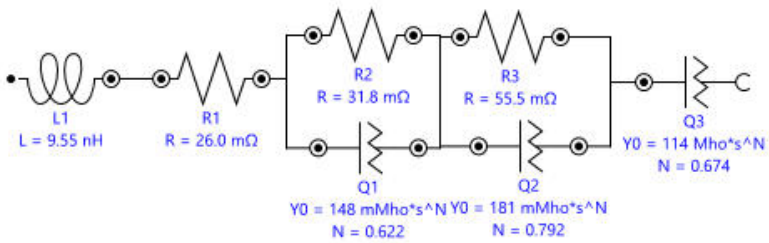


Figure 4. Circuito equivalente utilizado para ajustar los datos del cátodo, con los resultados del ajuste por elemento eléctrico.

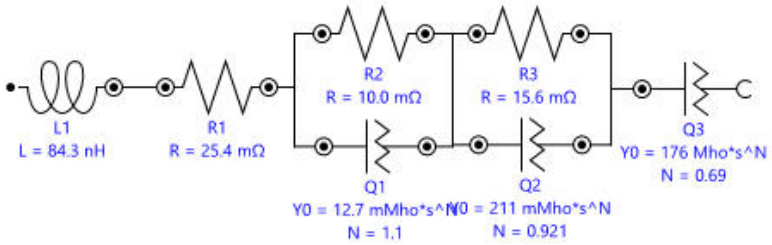


Figure 5. Circuito equivalente utilizado para ajustar los datos del ánodo, con los resultados del ajuste por elemento eléctrico.

El ajuste de los datos EIS medidos desde el cátodo dio como resultado un χ^2 valor de 0,0010057, y una χ^2 valor de 0,029497 para el ánodo.
Los resultados del ajuste deben tomarse sólo como ejemplo, ya que la composición de los electrodos y la química del electrolito no se conocían ni estaban disponibles en su totalidad, lo cual es fundamental para construir un circuito equivalente preciso para las interfaces de los electrodos.

CONCLUSIÓN

Los datos EIS tanto del ánodo como del cátodo de una batería de tres electrodos se pueden obtener en una sola medición detectando individualmente el potencial entre el cátodo y el electrodo de referencia, y entre el ánodo y el electrodo de referencia.

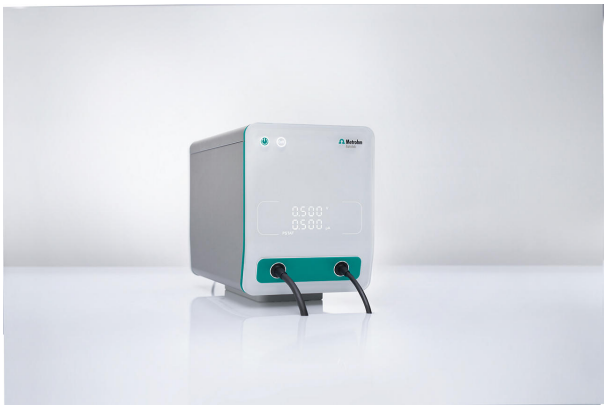
BIBLIOGRAFÍA

1. antonio r. Oeste; Laurence A. Middlemiss; Antonio J.R. Rennie; Ruth Sayers. Caracterización de Baterías mediante Espectroscopia de Impedancia Electroquímica. *Representante de Energía* 2020, *6* (5), 232–241.
2. Wen Liu; Yong Wang; Yong Li; Rui Guo; Haijuan Pei; Ying Luo; Jingying Xie. Comportamiento de almacenamiento de litio/sodio de un carbono amorfo derivado del acticarbon usado para baterías recargables. *J. Electroquímica. Soc.* 2019, *166*, A1585.

CONTACT

Metrohm Argentina S.A.
Avda. Regimiento de
Patricios 1456
1266 Buenos Aires
info@metrohm.com.ar

CONFIGURACIÓN



VIONIC

VIONIC es nuestro potenciostato/galvanostato de nueva generación que funciona con el nuevo software INTELLO de Autolab.

VIONIC ofrece las especificaciones combinadas más versátiles de cualquier aparato individual actualmente en el mercado.

- Tensión disponible: ± 50 V
- Corriente estándar: ± 6 A
- Frecuencia EIS: hasta 10 MHz
- Intervalo de muestreo: hasta 1 µs

También se incluyen en el precio de VIONIC características que normalmente tendrían un coste adicional con la mayoría de los demás aparatos, como:

- Espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS)
- Modo flotante seleccionable
- Second Sense (S2)
- Escaneo analógico