



Facultad de Ingeniería
OBERÁ



8^{va} JIDeTEV
Investigación y Desarrollo Tecnológico,
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



Circuito de Protección para Ensayo con Batería de Ion Litio

Francisco L. Pólich, Sergio E. Moya, Héctor Anocibar.

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b GID-IE, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

^c LABSE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

e-mails: franciscoplich@gmail.com, sergiomoya@fi.unam.edu.com, anocibar@gmail.com

Resumen

Las baterías de Ion de Litio requieren de sistemas de control que eviten la descarga de las baterías por debajo de 2,8 Voltios. Con motivo de estudiar el comportamiento de estas baterías se pretende realizar ensayos de descarga de baterías comerciales de Ion de Litio sin la necesidad de constante supervisión frente a la descarga de las mismas. Para esto, y teniendo en cuenta que estos ensayos pueden durar varias horas, surge la necesidad de un circuito que cumpla con el objetivo de detener el ensayo ante la descarga por debajo de 2.8 voltios y así proteger la vida útil de la batería. El mismo, consta de un comparador de tensión que recibe una referencia constante a partir de un divisor resistivo y un TL431 que compara con la tensión de entrada que recibe de la batería cuándo ésta se está descargando. El comparador activa una etapa transistorizada con un led indicador y un relé que logra desconectar la carga que está siendo alimentada por la batería.

Palabras Clave – Batería, Litio, Protección.

1. Introducción

En el marco de la investigación aplicada al desarrollo de fuentes de alimentación para equipos remotos y denominada “Manejo Energético Solar - Litio eficiente para alimentación de equipos remotos y autónomos” es primordial conocer las capacidades reales de las baterías comerciales. La etapa actual se encuentra focalizada en el estudio de las baterías de Ión de Litio, las cuales tienen una tensión nominal de 3.7 Voltios [1] y existen en el mercado diversas capacidades que, según los fabricantes, pueden ir entre los 800 mAh hasta los 10800mAh [2]. Debido a esta gran dispersión en la capacidad de cada batería, se pretende estudiar cada una de ellas con el objetivo de verificar si la capacidad dada por el fabricante es real o no. Para esto se realizan ensayos de descarga de baterías de ion litio, con el fin de obtener datos de corriente y tensión para así realizar gráficos que ayuden a la comprensión del comportamiento de dicha batería. La descarga de una batería se realiza comenzando desde un cierto nivel de tensión, que mientras entrega corriente a una carga fija. La tensión disminuye en el tiempo, hasta un nivel umbral donde es necesario detener el ensayo para proteger la batería y no dañar su vida útil, este nivel umbral es de aproximadamente 3 V [3]. Con este valor, se realiza la adaptación de una referencia de tensión para el comparador, adaptando una etapa con un transistor bipolar para activar un relé y desconectar la carga, de esta manera, se detiene el ensayo y la batería queda protegida [4].



Fig. 1. Baterías disponibles en el mercado para ser utilizadas en el laboratorio.

2. Cálculos teóricos

Para la referencia de tensión se utilizó un integrado zener programable denominado TL431 junto con un divisor resistivo:

$$V_{KA} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \quad (1)$$

Siendo los valores $V_{KA} = 3,3 V$ y $V_{ref} = 2,72 V$, se obtiene la relación que debe existir entre ambas resistencias:

$$R_1 = 0,2132 R_2 \quad (2)$$

Adoptando un valor comercial para R_1 de $12 k\Omega$ y R_2 regulando mediante una resistencia 68Ω y un preset de $2 k\Omega$.

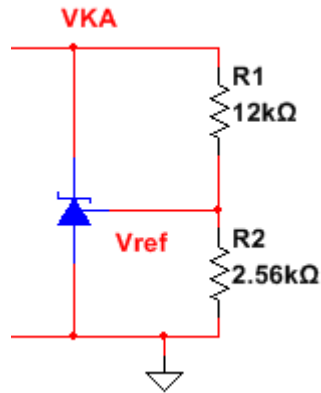


Fig. 2. Arreglo para la referencia de tensión.

Para realizar la etapa de comparación, se utilizó un amplificador operacional LM358 considerando un 80 % de histéresis. Quedando el siguiente planteo:

$$\Delta H = \frac{V_{cc}}{n} \rightarrow n = \frac{V_{cc}}{\Delta H} = \frac{5V}{0,8} = 6,25 \quad (3)$$

Conocido el valor de n se puede calcular la relación entre las dos resistencias del comparador.

$$R_3 = 100\text{ k}\Omega \quad ; \quad R_4 = n \cdot R_3 = 625\text{ k}\Omega \quad (4)$$

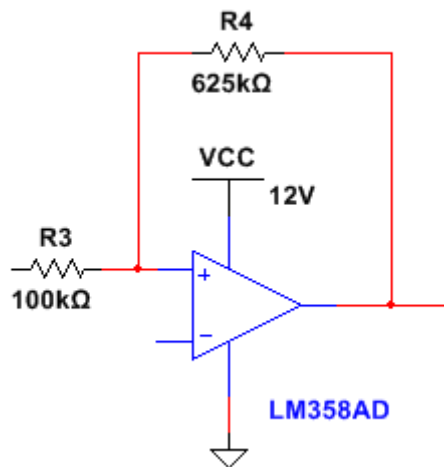


Fig. 3. Comparador de ventana.

Una vez armado el conjunto referencia de tensión junto con el comparador, se procedió a medir la tensión de salida de este último para calcular la etapa transistorizada. Recordando que un amplificador operacional funcionando como comparador nunca llega en su salida a la tensión de alimentación

cuando ésta se encuentra en estado alto, siempre es un poco menor. Esta medición dio 3,6 V, la corriente que circula por el LED se considera de 15 mA.

$$R_{led} = \frac{V_{cc} - V_{led} - V_{ce_{sat}}}{15 \text{ mA}} = \frac{12 \text{ V} - 2 \text{ V} - 0,5 \text{ V}}{15 \text{ mA}} = 633,3 \Omega \quad (5)$$

Tomando como valor comercial 680 Ω .

Recalculando la corriente con el nuevo valor de resistencia.

$$I'_{led} = \frac{12 \text{ V} - 2 \text{ V} - 0,5 \text{ V}}{680 \Omega} = 13,97 \text{ mA} \quad (6)$$

Comprobando que el LED se encenderá con este valor de corriente. Luego, para la resistencia de base del transistor, se calcula la corriente de colector y la corriente de base.

$$I_C = I'_{led} + I_{relé} \quad (7)$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{83,97 \text{ mA}}{85} = 0,98 \text{ mA} \quad (8)$$

$$R_B = \frac{V_o - V_{BE_{on}}}{I_B} = \frac{3,6 \text{ V} - 1 \text{ V}}{0,98 \text{ mA}} = 2,65 \text{ k}\Omega \quad (9)$$

Tomando un valor comercial de R_B igual a 2,7 k Ω . Con lo que se recalcula corriente para comprobar que se encuentre entre 2 y 10 veces la corriente de base calculada, de esta manera se asegura la saturación del transistor.

$$I'_B = \frac{3,6 \text{ V} - 1 \text{ V}}{2,7 \text{ k}\Omega} = 0,96 \text{ mA} \quad (10)$$

Con este valor de corriente, es posible calcular la potencia del resistor de base.

$$P_B = I_B^2 \cdot R'_B = (0,96 \text{ mA})^2 \cdot 2,7 \text{ k}\Omega = 2,48 \text{ mW} \quad (11)$$

Este resultado nos indica que con un resistor de 1/8 W es más que suficiente. Tomando un factor de seguridad de 2.

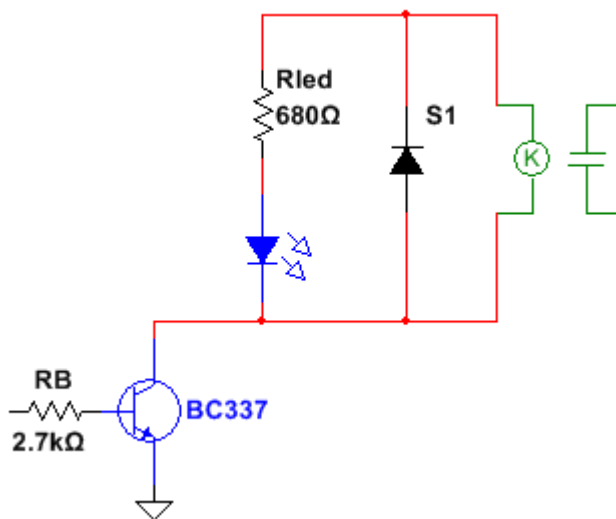


Fig. 4. Etapa transistorizada para activar el relé.

El esquema circuital completo queda de la siguiente manera.

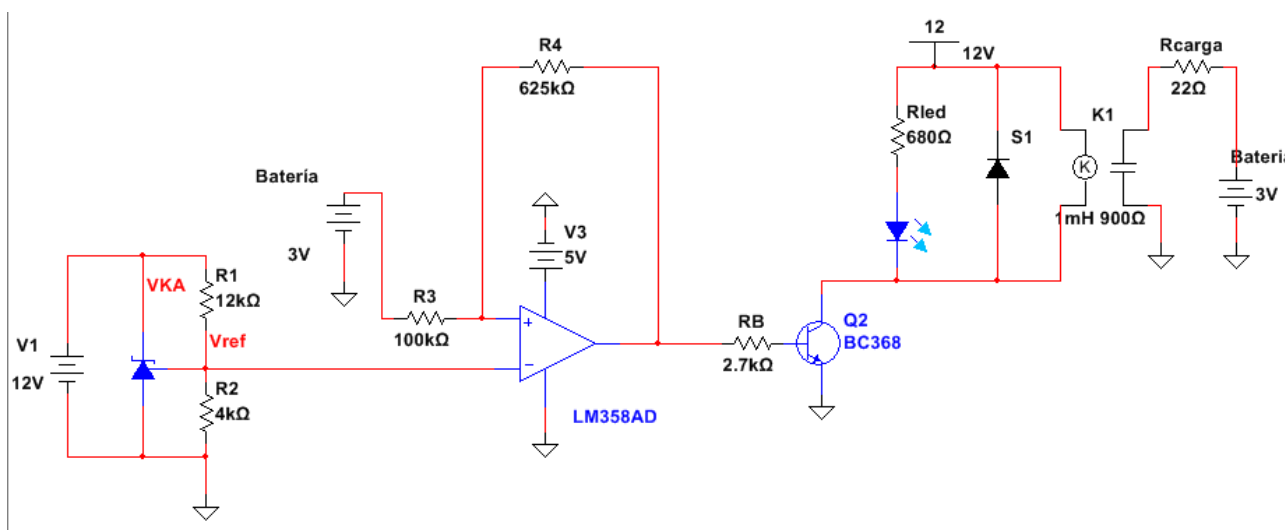


Fig. 5. Esquema circuital completo.

3. Trabajos futuros

Se pretende implementar el circuito de simulación en un protoboard para verificar su correcto funcionamiento, mediante ensayos de prueba, para observar si existen discrepancias entre la teoría y la práctica en el laboratorio. De ocurrir algún inconveniente, proponer soluciones o cambios en la metodología elegida para el diseño del circuito.

Posteriormente realizar el armado de un circuito impreso para su uso frecuente durante los ensayos de las distintas baterías.

4. Conclusiones

En la Fig. 5 se realizó un ajuste de la resistencia R2 para obtener el valor deseado de tensión de la entrada inversora del amplificador operacional, que era de 3 V. También, se utilizó un relé de 900 Ω por ser el disponible en el laboratorio. De ocurrir algún cambio de algún componente, se deberá realizar el ajuste en la simulación para observar si conserva la utilidad necesaria.

Como observación, se determinó que existe una pequeña diferencia entre los cálculos teóricos y el software de simulación, que se demostró solo en el caso de R2, que se cambió su valor a casi el doble del calculado.

Del mismo modo, se espera tener alguna diferencia de funcionamiento a la hora de realizar el ensayo en protoboard.

Referencias

- [1] V. M. Dileepan, K. T. Madhavan and J. Jayakumar, "Performance analysis of lithium polymer battery and super capacitor," *2017 International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*, Chennai, 2017, pp. 2029-2033.
- [2] H. Keshan, J. Thornburg and T. S. Ustun, "Comparison of lead-acid and lithium ion batteries for stationary storage in off-grid energy systems," *4th IET Clean Energy and Technology Conference (CEAT 2016)*, Kuala Lumpur, 2016, pp. 1-7.
- [3] L. R. Dung and H. P. Li, "A voltage-gradient based gas gauge platform for lithium-ion batteries," *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, Chiba, 2018, pp. 789-792..
- [4] N. Yang, J. Feng, Q. Sun, T. Liu and D. Zhong, "Online estimation of state-of-health for lithium ion batteries based on charge curves," *2016 11th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS)*, Hangzhou, 2016, pp. 1-8.