

37. Déficit y exceso de electrones

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

Tema:

Los bornes de una fuente de alimentación o de una batería son llamados polo “positivo” y polo “negativo” y se los caracteriza con los símbolos “+” y “-”, respectivamente. Se dice que en el polo positivo hay exceso de electrones y en el negativo déficit.

Defectos:

Se presentan varias incongruencias, existiendo un vínculo entre ellas. Se mostrará que:

- es inconveniente caracterizar los bornes con los símbolos “+” y “-”,
- en general es inapropiado, y a veces incorrecto, hablar de un exceso o déficit de electrones.

Los signos más y menos sugieren que alguna magnitud tiene valores positivos o negativos en los bornes. ¿Existe tal magnitud?

En principio se podría pensar en la carga eléctrica. ¿Cuál es la carga en los bornes de una batería, incluidos los electrodos? Su valor depende por un lado de la capacidad interna C_B de la batería misma, es decir, se considera la batería como condensador. En este caso, si U_B es la tensión eléctrica de la batería, la carga en los polos (incluidos los conductores en el interior de la batería) es: $C_B \cdot U_B$, o $-C_B \cdot U_B$, respectivamente, a condición de que la capacidad entre bornes y tierra sea 0.

Sin embargo, la hipótesis de que no existe capacidad borne tierra no es realista; teniendo en cuenta dicha capacidad se obtiene una carga adicional en los bornes. En general, la batería entera se encuentra a un potencial cualquiera respecto a tierra, de tal forma que la carga en cada uno de los bornes depende de las capacidades de cada uno de ellos respecto a tierra, y de la correspondiente diferencia de potencial. Por consiguiente, no es posible afirmar, en general, que el llamado polo positivo tenga carga positiva y que el negativo esté cargado negativamente. Cada uno puede tener carga positiva o negativa.

Otro candidato, en el cual se podría pensar al buscar una magnitud que tome valores positivos o negativos en los dos polos, es el potencial eléctrico. Sin embargo, de la reflexión precedente se deduce que el polo positivo no tiene necesariamente un potencial positivo y el negativo no tiene obligatoriamente que tener potencial negativo; además el punto con potencial cero podría ser elegido arbitrariamente.

Se puede concluir que la caracterización de los polos con los símbolos “+” y “-” puede ser causa y origen de confusiones y falsos conceptos.

La afirmación según la cual en el polo positivo hay déficit de electrones y en el negativo exceso, en general es falsa. Déficit de electrones significaría carga positiva, pero se acaba de ver que el polo positivo no está necesariamente cargado positivamente.

Incluso cuando se ajusta el circuito, o el punto de referencia, de tal forma que el potencial del “polo positivo” sea positivo y el del “polo negativo” sea negativo, ó, que el polo más tenga carga positiva y el menos carga negativa –una cosa no garantiza la otra–, sería inapropiado emplear este hecho para caracterizar los polos.

La capacidad C_B de una fuente de alimentación o batería o es del orden de 10^{-10} F, con una tensión del orden de 1 V, se obtendría una carga de 10^{-10} C. Al hablar de exceso de electrones se sugiere que dicho exceso está relacionado con la carga que fluye en la batería cuando el circuito está cerrado, sin embargo las cargas que se observan en este caso son mayores en varios órdenes de magnitud. La carga que atraviesa la batería en un segundo, en caso de que se encuentre conectada a un bombillo es del orden de 10^{10} veces mayor que la carga de exceso o déficit de los bornes.

Lo inapropiado de esta manera de presentar las cosas se ve más claramente al comparar la batería en el circuito eléctrico con una bomba de agua en un circuito hidráulico. Una batería a la cual nada está conectado correspondería a una bomba de agua que funciona, pero cuyas bridas de entrada y salida están cerradas. Al hablar de un exceso o déficit de electrones en el caso de la batería, se debería hablar de un exceso o déficit de agua en el tubo de entrada o salida de la bomba de agua. En este caso dicha forma de expresarse es más justificada que en el caso de la batería, ya que el agua es más compresible que la carga eléctrica. Sin embargo, es claro que el exceso o déficit de agua no tiene nada que ver con el funcionamiento de la bomba, la cual funcionaría igual al ser el agua completamente incompresible. Lo mismo es válido para la batería. Nada esencial cambiaría al tener los bornes una capacidad de 0F en lugar de 10^{-10} F; la batería seguiría funcionando.

Origen:

La mayoría de los conceptos inapropiados analizados tuvieron cierta justificación en otra época. Sin embargo, nos encontramos ante un caso cuya presentación fue incongruente desde el comienzo. La convención de llamar a los polos “positivo” y “negativo” era plausible y se la adoptó sin mayores análisis ni cuestionamientos.

Eliminación:

Caracterizar los bornes por “alto” y “bajo” en lugar de “positivo” y “negativo”. Dicha caracterización se refiere al potencial de la fuente en el caso de circuito abierto, como es costumbre en la electrónica digital, donde se emplea H de “high” y L de “low” en los bornes. Una alternativa sería caracterizar la fuente en el estado de corto circuito, en cuyo caso sería apropiado llamar a los bornes “entrada” y “salida” respectivamente. Debe evitarse hablar de exceso y déficit de electrones.