

BATERÍAS DE FLUJO ZINC-AIRE EN EL PROYECTO LIFE ZAESS

LA TENDENCIA ACTUAL A NIVEL GLOBAL EN EL SECTOR ENERGÉTICO AVANZA HACIA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES, FOMENTANDO QUE SE AUMENTE LA EFICIENCIA DE LA RED Y SE EVITEN PÉRDIDAS DE ENERGÍA DURANTE SU TRANSPORTE A LARGAS DISTANCIAS. PARA ELLO, LA RED REQUIERE DE SOLUCIONES TALES COMO AMPLIAR SU CAPACIDAD MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS INFRAESTRUCTURAS O LA AMPLIACIÓN DE LAS EXISTENTES, Y/O MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE SOLUCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA. DICHO ALMACENAMIENTO DEBE PROVEER A LA RED DE UNA MAYOR FLEXIBILIDAD, PARA QUE SE HAGA UN USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA DISPONIBLE Y SE FACILITE LA INTEGRACIÓN DE UNA MAYOR CANTIDAD DE RENOVABLES.

En esta coyuntura, el proyecto LIFE ZAESS se centra en el desarrollo de la tecnología de baterías de flujo de zinc-aire para su aplicación en la red a gran escala. El proyecto tiene una duración de 40 meses y un presupuesto de 1,2 M€, que está financiado por el Programa LIFE de la Unión Europea (LIFE13 ENV/ES/001159).

Participan como socios CENER (Centro Nacional de Energías Renovables) y Técnicas Reunidas, éste último como coordinador. Las baterías de flujo son un tipo de batería en la que el electrolito se encuentra almacenado en el exterior de las celdas, circulando a través de ellas cuando se produce la carga o descarga. Esta característica permite un dimensionamiento independiente de las capacidades de potencia y energía, que vienen dadas respectivamente por la superficie total disponible de celdas y por el volumen de electrolito almacenado en los tanques exteriores.

Respecto al par redox zinc-aire, cabe resaltar que está basado en las actuales baterías primarias de metal-aire. Una de las principales ventajas de este tipo de batería de flujo, es la eliminación de uno de los tanques de electrolito, ya que el electrodo de aire no lo requiere, lo que redundará en beneficio de la simplicidad del montaje de la batería. Además, el zinc es un elemento abundante en la corteza terrestre, de bajo coste y sin problemas de toxicidad.

Cumpliendo con las tareas previstas en el proyecto, se ha finalizado con éxito la construcción de una planta piloto de batería de flujo de zinc-aire de 1 kW y 4 kWh. Durante los próximos 12 meses se van a llevar a cabo los ensayos que permitirán validar dicha tecnología para su funcionamiento a nivel de red. El plan de ensayos propuesto, basado en el trabajo desarrollado en las primeras tareas del proyecto, se ha establecido según los estándares y protocolos existentes para las aplicaciones identificadas como más adecuadas para estas baterías, de acuerdo a sus capacidades (*price arbitrage, peak shaving y load levelling*).

Una vez concluidos los ensayos se tomarán sus resultados como base para la realización de una validación técnico-económica de la tecnología para la aplicación industrial seleccionada, incluyendo un modelo de negocio detallado.

Adicionalmente, se ha llevado a cabo un estudio del impacto medioambiental mediante un análisis de ciclo de vida de una planta a gran escala de 1 MW y 4 MWh, que permite probar las ventajas medioambientales y la sostenibilidad de esta tecnología de almacenamiento.

A través del análisis del ciclo de vida de la planta de almacenamiento, y según las especificaciones descritas en la norma ISO 14040:2006, se han calculado las emisiones de dióxido de carbono y los principales impactos medioambientales asociados a la energía entregada por las baterías. En el estudio se incluyen las fases del ciclo de vida, abarcando la extracción de las materias primas

ZINC-AIR FLOW BATTERIES IN THE LIFE ZAESS PROJECT

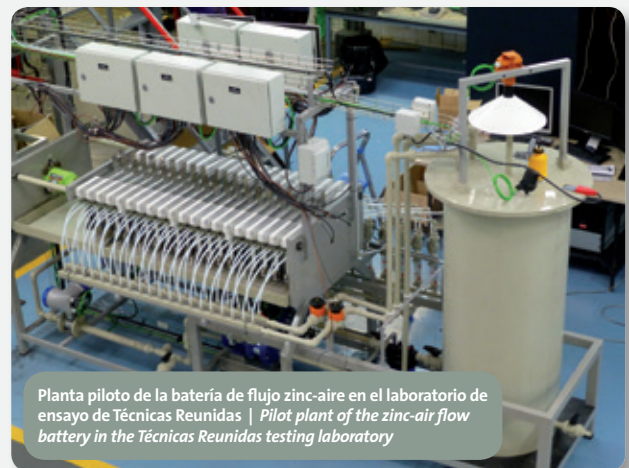
THE CURRENT TREND AT GLOBAL LEVEL IN THE ENERGY SECTOR IS PROGRESSING TOWARDS DISTRIBUTED GENERATION AND RENEWABLE ENERGY, FOSTERING AN INCREASE IN GRID EFFICIENCY AND THE AVOIDANCE OF ENERGY LOSSES DURING ITS TRANSMISSION OVER LONG DISTANCES. FOR THIS, THE GRID REQUIRES SOLUTIONS SUCH AS ENHANCED CAPACITY BY CONSTRUCTING NEW INFRASTRUCTURES OR BY EXTENDING THOSE ALREADY EXISTING AND/OR THE IMPLEMENTATION OF ENERGY STORAGE SOLUTIONS. THIS STORAGE HAS TO PROVIDE THE GRID WITH GREATER FLEXIBILITY SO THAT IT CAN MAKE EFFICIENT USE OF THE AVAILABLE ENERGY AND FACILITATE THE INTEGRATION OF A LARGER PROPORTION OF RENEWABLES.

Within this context, the LIFE ZAESS Project is focusing on the development of zinc-air flow batteries for large-scale grid application. The project has a 40-month duration and a budget of €1.2m funded by the EU's LIFE Programme (LIFE13 ENV/ES/001159).

The project's partners are CENER (Spain's National Renewable Energy Centre) and Técnicas Reunidas, the latter acting as coordinator. Flow batteries are a type of battery in which the electrolyte is stored outside the cells, circulating through them when the charge or discharge takes place. This characteristic permits an independent dimensioning of the power and energy capacities that come from the total available surface of the cells and from the volume of electrolyte stored in the external tanks respectively.

As regards the zinc-air redox couple, it is worth highlighting that it is based on the current metal-air primary batteries. One of the main advantages of this type of flow battery is the elimination of one of the electrolyte tanks as it is not required by the air electrode, which adds to the simplicity of the battery's assembly. Moreover, zinc is an element which is found in abundance in the earth's crust as well as being inexpensive with no toxicity issues.

Having completed the scheduled project tasks, the construction of a 1 kW and 4 kWh zinc-air flow battery pilot plant has been successfully concluded. Testing will take place over the coming 12 months to validate this technology for grid-level operation. The proposed test schedule, based on the work developed during the initial project tasks, has been established in line with existing standards and protocols for the applications identified as the most appropriate for these batteries, according to their capabilities (*price arbitrage, peak shaving and load levelling*). Once testing has finished, the results will provide a basis



Planta piloto de la batería de flujo zinc-aire en el laboratorio de ensayo de Técnicas Reunidas | Pilot plant of the zinc-air flow battery in the Técnicas Reunidas testing laboratory

necesarias, la elaboración y procesamiento de los componentes y la fabricación de la batería. De esta forma, queda exenta del sistema analizado la etapa final de reciclaje y desecho, siendo un estudio *cradle to gate*.

La unidad funcional utilizada para los datos de entrada y salida del sistema toma como referencia la masa de cada componente de la planta. Debido a que la vida útil de algunos componentes es menor que los años definidos para el conjunto, se tiene en cuenta en el cálculo el reemplazo de los mismos. Sin embargo, para poder realizar una comparativa con otros tipos de tecnologías de generación y de baterías, se normalizan los resultados de los impactos medioambientales por kWh de energía eléctrica entregada por la planta. Para ello es necesario conocer la energía total entregada por la planta a lo largo de su vida operativa, establecida para un período de 20 años, que se obtiene a través de la profundidad de descarga de las baterías, los ciclos disponibles y su rendimiento de ida y vuelta.

Finalmente, el valor medio obtenido de emisiones de gases de efecto invernadero es de 245,70 gCO₂eq/kWh. Debido a que se normalizan las emisiones para cada unidad de energía, el resultado depende en gran medida del total de energía entregada por la planta a lo largo de su vida operativa. Por ello, el valor varía desde 160,39 a 481,16 gCO₂eq/kWh, según el rango posible de rendimiento y ciclos disponibles. No obstante estos datos son preliminares y se deben tomar como un orden de magnitud. Cuando acabe la demostración se realizará un estudio de ingeniería conceptual que permitirá estimar con más fidelidad las dimensiones y los materiales necesarios para la construcción de una planta.

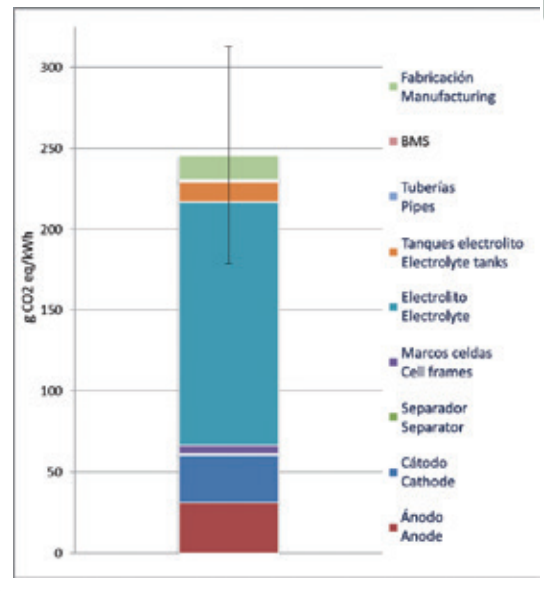
Las baterías de flujo son una solución prometedora de almacenamiento de energía que despierta un gran interés en el sector. Con el objetivo de dar respuesta a muchas de las cuestiones que se plantean sobre sus capacidades y posibles aplicaciones, se ha organizado un workshop temático sobre baterías de flujo que tendrá lugar en Madrid el próximo día 14 de junio. Contará con la participación de expertos en el desarrollo e integración de este tipo de almacenamiento de energía, que compartirán con los asistentes sus experiencias y visión sobre la tecnología y sus aplicaciones. Seguidamente, en las mesas de trabajo se discutirá sobre las principales cuestiones planteadas en las charlas. Y por último se hará una visita a los laboratorios de la unidad de Desarrollo de Tecnologías Propias de Técnicas Reunidas, donde se encuentra instalada la planta piloto de batería de zinc-aire desarrollada dentro de las actividades del proyecto LIFE ZAESS.

Gabriel García, Maite Alonso y | and Raquel Garde

Dpto. de Integración en Red de Energías Renovables de CENER
(Centro Nacional de Energías Renovables)
Renewable Energy Grid Integration Department at CENER
(National Renewable Energy Centre of Spain)

Miguel Sierra, Belén Amunátegui y | and Manuel Pérez

División de Desarrollo de Tecnologías Propias de Técnicas Reunidas
Proprietary Technologies Development Division, Técnicas Reunidas



Distribución de las emisiones de CO₂eq de la planta a gran escala por componente | Breakdown of CO₂eq emissions of the large-scale plant by component

on which to carry out a techno-economic validation of the technology for the selected industrial application, including a detailed business model. An environmental impact study has also been undertaken by analysing the life cycle of a large-scale plant of 1 MW and 4 MWh that has allowed the environmental advantages and sustainability of this storage technology to be tested.

Through the storage plant life cycle analysis and according to the specifications described in standard ISO 14040:2006, carbon dioxide emissions and the main environmental impacts associated

with the power supplied by the batteries have been calculated. The study included every phase of the life cycle, from the extraction of the necessary raw materials, the preparation and processing of the components to manufacture of the battery. The final recycling and waste stage is excluded from the system analysed given that it is a cradle to gate study.

The functional unit used for the input and output data of the system takes as a reference the mass of each plant component. Because the useful life of some components is less than the number of years defined for the plant as a whole, their replacement has been taken into account when calculating. However, in order to make a comparison with other types of generation and battery technologies, the results of the environmental impacts per kWh of electrical power supplied by the plant are normalised. For this it is necessary to calculate the total energy supplied by the plant throughout its operational life, set for a period of 20 years, obtained through the depth of discharge of the batteries, the available cycles and their round-trip energy efficiency.

Finally, the average value of greenhouse gas emissions obtained is 245.70 gCO₂eq/kWh. As emissions are normalised for each unit of energy, the result largely depends on the total energy supplied by the plant throughout its operational lifetime. Thus, the value would vary from 160.39 to 481.16 gCO₂eq/kWh, according to the possible performance range and available cycles. However these are preliminary data and should be taken as an order of magnitude. Following the demo, a conceptual engineering study will be carried out that will provide a more accurate estimate of the dimensions and materials necessary to construct a plant.

Flow batteries offer a promising solution for energy storage, awakening a great deal of interest in the sector. With the aim of responding to many of the questions asked regarding their capabilities and possible applications, a thematic workshop on flow batteries has been organised that will take place in Madrid on 14 June. Taking part will be experts in the development and integration of this type of energy storage, sharing with those attending their experiences and vision as regards this technology and its applications. This will be followed by round table discussions to address the main issues put forwards. Lastly, there will be a visit to the In-house Technologies Development Division laboratories at Técnicas Reunidas where the zinc-air flow battery pilot plant developed as part of the activities under the LIFE ZAESS Project is installed.