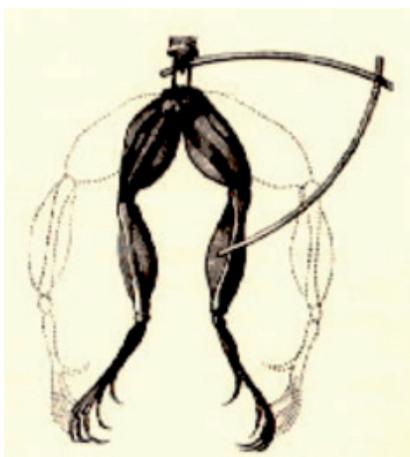


# Los avances para almacenar energía ¿Vuelve la corriente continua?

Autor: Ignacio Fernández de Aguirre

## DE LA RANA DE GALVANI AL ELEFANTE DE EDISON

Son célebres, al filo entre los siglos XVIII y XIX, los experimentos médico-científicos de **Luigi Galvani** (Bologna 1737-1798) con sus ranas disecadas, cuyas ancas hacía mover pasando a través de la médula eléctrica estática. A pesar de las discrepancias con su coterráneo **Alessandro Volta** (Como 1746-1827), fue origen para éste de la idea de crear un primer genuino aparato productor de electricidad: la pila electroquímica.



La rana de Galvani

La primera pila eléctrica fue dada a conocer por Volta en 1800, mediante una carta que envió al presidente de la *Royal Society* londinense. Se trataba de una serie de pares de discos (apilados) de zinc y de cobre (o también de plata), separados unos de otros por trozos de cartón o de fieltro impregnados de agua o de salmuera, que medían unos 3 cm de diámetro. La salmuera oxida al zinc, que cede electrones, estos viajan al cobre y si se cierra externamente

el circuito entre el primero y el último disco metálico circulará una corriente eléctrica, de voltaje mayor o menor según el número de pares de discos. Como además se desprende hidrógeno y el cinc se consume, estas pilas, llamadas primarias, llegan al agotamiento y no tienen posibilidades de ser recargadas.



La pila de Volta

Pero hubo que esperar a conocer y aplicar los principios del electromagnetismo para que 70 años más tarde **Gramme** fuera capaz de perfeccionar un generador eléctrico industrial, la dinamo, y una distribución de la corriente generada capaz de llegar a diferentes puntos donde se situaban motores eléctricos que movían las máquinas en ellos ubicadas. Era el principio del fin de la utilización del vapor transmitiendo su energía por medio de complejas redes de ejes y poleas.

La corriente generada y utilizada en todos los casos establecía una diferencia de potencial constante entre los dos conductores, corriente continua.

Aunque eficaz y con una infinidad de aplicaciones posibles, a finales del siglo XIX, fue siendo descartada en el ámbito industrial por los descubrimientos de **Nicolás Tesla** en el campo de la corriente alterna. Los que peinamos canas en la profesión, aun hemos conocido algunos aparatos de elevación funcionando con corriente continua debido a los sencillos medios de regulación que precisaban para maniobras delicadas hasta la aparición para la corriente alterna de elementos reguladores con prestaciones similares.



Thomas A. Edison

Tesla y su socio **George Westinghouse** pugnaban por conseguir primacía para la corriente alterna en el territorio americano y construir la que iba a ser primera central hidroeléctrica de grandes dimensiones en el río Niágara, lo que incidía en contra de los negocios de **Edison**, defensor de la corriente continua. Para convencer a la opinión pública de los mayores peligros de la corriente alterna, no se le ocurrió otra cosa al prolífico inventor que aprovechar un curioso suceso de la época: la

ejecución del elefante Topsy del parque de atracciones de *Coney Island*.

Topsy, que deambulaba libremente por el parque junto con otros congéneres, se había convertido en un peligro público al haber causado la muerte de tres personas habiendo sido condenada a la última pena. Los alimentos envenenados que se le suministraron para llevarla a cabo no hicieron efecto y, quizá inspirado por la reciente sustitución de la horca por la silla eléctrica en el estado, Edison se ofreció a la ejecución y al mismo tiempo para denigrar a los adversarios. En 1903, una descarga de 6.600 voltios, usando la corriente alterna de sus competidores acabó con su vida.

Sin embargo ello no fue suficiente para impedir el triunfo definitivo de la corriente alterna, que pocos años después se convertía en el único tipo de corriente a ser generado, distribuido y utilizado en todo el mundo.

## EL ALMACENAJE DE LA ENERGÍA

Las bondades de la corriente alterna tienen un punto débil: no permite un sencillo método de almacenaje, es decir debe consumirse en tanto en cuanto se vaya generando, siendo la interrupción parcial de esa generación la forma habitual de equilibrar la oferta y la demanda de la misma. A medida que aumentan las exigencias de regularidad de servicio y, sobre todo, la mayor proporción de equipos de generación “renovable”, que en su mayor parte no garantizan una previsible continuidad, se aprecia como una necesaria solución de apoyo, el conseguir posibilidades de almacenamiento económicas y tecnológicamente eficaces.

Entre los numerosos procesos que configuran el abanico de estas generaciones “renovables” es el fotovoltaico el que lo hace en forma de corriente continua, cargando unas baterías o acumuladores, y que, de no ser consumida en esa forma, debe ser convertida en corriente alterna para ser vertida a la red.



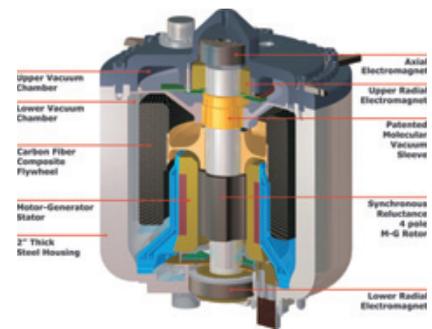
La batería electroquímica (acumulador)

¿Qué podemos decir de estos equipos que no se haya mil veces tratado? Desde aquella pila de Volta hasta nuestros días, multitud de tipos de materiales y electrolitos han sido probados, así como el proceso de recarga para baterías agotadas, llegando a alcanzar importantes prestaciones. Todavía nuestros automóviles con motores de combustión utilizan la veterana batería de plomo-ácido, pero la cada vez mayor demanda de capacidad, rendimiento y duración exigen nuevos y más sofisticados materiales y diseños. **DYNA** ha presentado en sus números 2 y 3 del presente año, en la sección **AULA**, una competente exposición de la **Baterías y Acumuladores del Siglo XXI**, recomendable para cuantos deseen tener una amplia perspectiva sobre este tema.

Aunque se han propuesto grandes bloques de baterías para cubrir emergencias o para almacenaje de excedentes, estos equipos se revelan insuficientes a medida que se demandan

mayores potencias y además exigen la doble conversión de la corriente alterna en continua y viceversa, con las correspondientes pérdidas.

El proceso más habitual como medio para utilizar con posterioridad energía sobrante en un momento dado ha sido el de convertir turbinas hidráulicas en turbina-bombas para elevar agua ya vertida a la cota superior. De ese modo se han “almacenado”, por ejemplo, energías procedentes de centrales nucleares, pero siempre con las naturales pérdidas.



Volante motor-generador

Ese es también el lastre de muchos otros métodos que se basan en procesos mecánicos o térmicos: volantes de inercia, bloques de material refractario, aceites térmicos o sales fundidas e incluso la producción de hidrógeno que pudiera ser utilizado posteriormente en pilas de combustible. En fin, todo el ingenio humano puesto al servicio de unas necesidades cada vez mayores.

La prestigiosa publicación *Scientific American* ha encuestado a un grupo de expertos para calificar diferentes

MÉTODO	ESCALA DE APLICACIÓN	RENTABILIDAD ECONÓMICA	RENDIMIENTO ENERGÉTICO
ELEVACIÓN DEL AGUA POR BOMBEO	4,0	4,0	4,2
COMPRESIÓN DE AIRE EN SUBSUELO	4,0	4,0	3,4
BATERÍAS ELECTROQUÍMICAS	3,6	2,0	3,8
ALMACENAJE TÉRMICO	3,6	3,6	3,0
PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO	2,2	1,0	1,4

Tabla de calificación para métodos de almacenaje

tipos de almacenaje. Sin comentarios presentamos en una tabla dichas calificaciones, siendo 5 la puntuación máxima para cada concepto.

## ¿QUÉ SERÁ DE LA CORRIENTE CONTINUA?

La espiral tecnológica que vivimos desde los ya lejanos tiempos de la aparición del transistor ha devuelto a la corriente continua un protagonismo absoluto: se calcula que en los países desarrollados un 20% de la energía que se consume se hace en esa forma y la previsión es que dentro de 20 años llegue al 50%. Ello precisa la conversión de nuestras corrientes alternas de red, bien para conexión directa o para cargar baterías de multitud de aparatos portátiles o vehículos de transporte, todo ello con las consiguientes pérdidas; publicistas americanos han bautizado este fenómeno como **la venganza de Edison**.

Algunos centros con utilización electrónica masiva proyectan micro-redes de distribución en corriente continua: la Universidad de Xiamen (China) lo hará desde una central fotovoltaica de 150 kW al sistema de iluminación LED y a las tomas para ordenadores. Partiendo de corriente alterna y centralizando la conversión, una red en continua también produce economías de consumo.

¿Llegarán alguna vez a existir distribuciones paralelas a la corriente alterna, locales o entre localidades, de corriente continua? ¿A qué tensiones y con que modalidades de acceso? Eso sí que sería efectivamente la revancha de

Edison contra los que no supieron ver sus razones en los tiempos de la muerte de Topsy, pero por unos motivos que ni el mismo Edison podía haber sospechado.

Un curioso detalle: las turbinas eólicas “gearless” o “direct drive” dotadas con generadores anulares de imanes permanentes producen una corriente alterna irregular que debe ser rectificadas antes de convertirla de nuevo en alterna con las características de red. Todo ello con los necesarios gastos en equipos y las consiguientes pérdidas. ¿Nos sugieren algo estas operaciones y la posibilidad de almacenamiento inmediato tras la rectificación?

## HACIA BATERÍAS EXÓTICAS

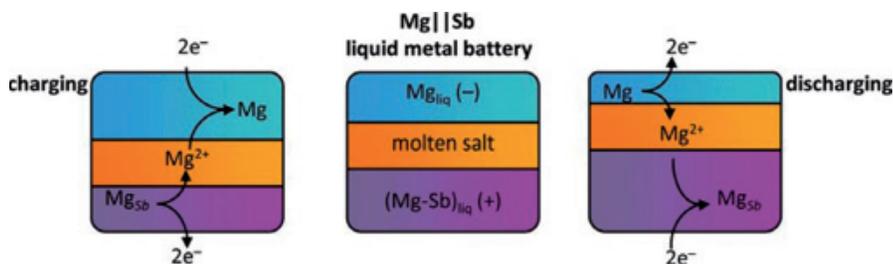
Todos los esfuerzos para que las baterías electroquímicas cumplan las condiciones necesarias de capacidad, potencia, rendimiento de peso, vida útil, costo, etc., se han dirigido a encontrar los materiales óptimos para ánodos, cátodos y electrolito, como podemos apreciar en las AULAS citadas. Se han realizado aplicaciones con grupos que puedan cubrir emergencias por fallos de suministro o paradas temporales, pero el campo más extenso es, sin duda, la automoción en vehículos híbridos o totalmente eléctricos y es bien conocida la incidencia en precios y las diferentes tecnologías de recarga. Pero es indudable que se precisará un amplio recorrido hasta que, sobre todo, los vehículos eléctricos sean competitivos cara a los usuarios medios.

Entre los proyectos de investigación

apoyados por el programa de la agencia americana Arpa-E, son frecuentes los dirigidos a este campo: ya expusimos en el pasado número 4 de DYNA, con el título **The Cambridge crude**, la propuesta basada en un radical avance basado en las baterías REDOX de flujo.

Más orientado a conseguir almacenajes masivos y económicos, el proyecto de otra spin-off del MIT, *Liquid Metal Battery*, también con el apoyo de Arpa-E, se inspiró en el proceso electrolítico de obtención del aluminio para proponer una **batería de metales fundidos**. A una temperatura de 700°, con el magnesio como electrodo negativo, una sal (cloruro de magnesio-sodio-potasio) como electrolito y antimonio como electrodo positivo, contenidos en un recipiente aislado, pueden funcionar como una eficaz batería capaz de ser cargada/descargada indefinida y rápidamente, no es afectada por agentes exteriores y con posibilidad de ser agrupada en el número necesario de grandes módulos para cubrir importantes capacidades. No precisa más dispositivos, pues las diferentes densidades de esos materiales fundidos hacen que adopten la estratificación adecuada.

Éstas y otras ideas se irán decantando en los próximos años, quizá haciendo honor al sacrificio del elefante o, por decir mejor, atendiendo a su femenino nombre y a la corrección de género, elefanta Topsy.



Reacciones de carga y descarga de la batería de metales líquidos