



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

“DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD: INVENTORES E INVENTOS. ALESSANDRO VOLTA Y LA PILA- BATERÍA”

AUTORÍA FRANCISCO M. PORCEL GRANADOS
TEMÁTICA TECNOLOGÍA
ETAPA E. SECUNDARIA

Resumen

Alessandro Volta fue el inventor de la Pila. Dicho invento ha supuesto un gran avance tecnológico para la humanidad, concretamente en el campo de la generación de energía de ámbito doméstico. Esto supone un gran avance en la adaptación del ser humano al medio en el que se desarrolla. Mediante pilas y baterías conseguimos que muchos de nuestros pequeños electrodomésticos funcionen: desde una pequeña radio hasta un gran porcentaje de juguetes, por citar sólo algunos ejemplos

Palabras clave

- Volta
- Electrónimo
- Pila
- Batería

1. EL INVENTOR: ALESSANDRO VOLTA

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (18 de febrero de 1745 – 5 de marzo de 1827) fue un físico italiano, famoso principalmente por haber desarrollado la batería eléctrica.

Alessandro Volta nació y fue educado en Como, Lombardía. Fue hijo de una madre noble y de un padre de la alta burguesía. Recibió una educación básica y media humanista, pero al llegar a la enseñanza superior, optó por una formación científica.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

En el año 1785 fue nombrado profesor de física de la Escuela Real de Como. Un año después, Volta realizó su primer invento, un aparato relacionado con la electricidad. Con dos discos metálicos separados por un conductor húmedo, pero unidos con un circuito exterior logra, por primera vez, producir corriente eléctrica continua, se inventa el electróforo perpetuo, un dispositivo que una vez que se encuentra cargado, puede transferir electricidad a otros objetos, y que genera electricidad estática. Entre los años 1786 y 1788, se dedicó a la química, descubriendo y aislando el gas de metano. Un año más tarde, en 1789, fue nombrado profesor titular de la cátedra de física experimental en la Universidad de Pavía.

Volta era amigo de Luigi Galvani y, cuando éste descubrió en 1780 que el contacto entre dos metales diferentes con el músculo de una rana producía electricidad, también empezó a hacer sus propios experimentos de electricidad animal, pero llegó a otra conclusión en el año 1794: que no era necesaria la participación de los músculos de los animales para producir corriente. Este hallazgo le produjo una multiplicidad de conflictos, no sólo con su amigo Galvani, sino con la mayoría de los físicos de la época, que aceptaban la idea de que la electricidad sólo se producía a través del contacto de dos metales diferentes con la musculatura de los animales. Sin embargo, cuando Volta logró construir la primera pila eléctrica, demostró que se encontraba en lo cierto, habiendo ganado la batalla, frente a sus colegas.

El 1 de mayo de 1806, Volta fue elegido Caballero de la Corona de Hierro del reino de Lombardía. En 1809 fue designado senador de la corte y, en 1810, se le otorgó el título nobiliario de conde. Voltio, la unidad de potencial eléctrico, se denomina así en honor a este portento de las ciencias. El emperador de Austria, por su parte, lo designó director de la facultad de Filosofía de la Universidad de Padua en 1815. Sus trabajos fueron publicados en cinco volúmenes en el año 1816, en Florencia. Sus últimos años de vida los pasó en su hacienda en Camnago, cerca de Como, donde falleció el 5 de marzo de 1827.

La unidad de fuerza electromotriz del Sistema Internacional lleva el nombre de voltio en su honor desde el año 1881.

La pila voltaica consiste de treinta discos de metal, separados por paños humedecidos con agua salada.

Alessandro Volta comunicó su descubrimiento de la pila a la Royal Society londinense el 20 de marzo de 1800. La correspondiente carta fue leída en audiencia el 26 de junio del mismo año, y tras varias reproducciones del invento, efectuadas por los miembros de la sociedad, se le otorgó a Volta el correspondiente crédito.

En el año 1816, en el mes de Septiembre, Volta viajó a París aceptando una invitación del propio Napoleón Bonaparte, para que exponga las características de su invento en el Instituto de Francia. El propio Bonaparte participó con entusiasmo en las correspondientes sesiones y exposiciones, y recomendó para Volta los máximos honores. El 2 de noviembre del mismo año, la comisión de científicos distinguidos por la Academia de las Ciencias del Instituto de Francia para evaluar el invento



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 18 MAYO DE 2009

de Volta emitió el informe correspondiente aseverando su validez, y recomendando para Volta la más alta distinción de la institución, la medalla de oro al mérito científico.

1.1 Esquema del electróforo

El objetivo del **electróforo** es cargar positivamente un disco de material conductor.

Está formado por:

- Un disco de material conductor con un mango aislante para agarrarlo
- Una lámina de material aislante.
- Piel de gato, de conejo o lana.

El electróforo funciona de la siguiente manera:

1. En primer lugar, frotamos la superficie superior de la lámina aislante con la lana a fin de que la superficie quede cargada negativamente por fricción. Una vez que el aislante está cargado, acercamos el disco metálico agarrándolo por el mango, con lo que tanto el disco conductor como el aislante se polarizan, situándose las cargas negativas del conductor en la superficie superior como consecuencia de la repulsión ejercida por las cargas negativas que el aislante tiene en su superficie.
2. Colocamos el disco conductor encima del aislante, tocándose. Como el aislante tiene exceso de carga negativa su potencial es negativo, como están próximos, el potencial del disco metálico neutro también es negativo.
3. Conectamos el disco conductor a tierra (si no tenemos algo que sirva de toma de tierra, basta con que lo toquemos con un dedo), como la tierra está a potencial de 0 V y el disco metálico tiene un potencial negativo, el disco tiende a perder carga negativa. Se origina una corriente de carga negativa (electrones) desde el disco hasta la tierra, que cesa cuando el potencial del disco es 0 V. Esto sucede cuando el disco queda cargado positivamente de forma que su potencial positivo se anula con el negativo generado por el aislante, con lo que el potencial total es de 0 V.
4. Desconectamos el disco metálico de la toma de tierra, el potencial eléctrico sigue siendo de 0 V.
5. Separamos el disco metálico del aislante, agarrándolo por el mango, ya que si tocásemos el disco con la mano, en el momento en que alejásemos el disco de la lámina aislante, el potencial del disco pasaría de 0 V a un potencial positivo, con lo que electrones de nuestro cuerpo pasarían al disco, descargándolo.

Ahora el disco metálico ha quedado cargado positivamente, si tiene una carga suficiente y acercamos un dedo al disco sin tocarlo, veremos que salta una chispa de nuestro dedo al disco, quedando así descargado.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

2. EL INVENTO: LA PILA/LA BATERIA

2.1 La Pila

Se llama ordinariamente **pila eléctrica** a un dispositivo que genera energía eléctrica por un proceso químico transitorio, tras de lo cual cesa su actividad y han de renovarse sus elementos constituyentes, puesto que sus características resultan alteradas durante el mismo. Se trata de un generador primario. Esta energía resulta accesible mediante dos terminales que tiene la pila, llamados polos, electrodos o bornes. Uno de ellos es el polo positivo o ánodo y el otro es el polo negativo o cátodo.

En castellano ha venido siendo costumbre llamarla así, mientras que al dispositivo recargable o acumulador, se ha venido llamando batería. Tanto pila como batería son términos provenientes de los primeros tiempos de la electricidad, en los que se juntaban varios elementos o celdas —en el primer caso uno encima de otro, "apilados", y en el segundo adosados lateralmente, "en batería"— como se sigue haciendo actualmente, para así aumentar la magnitud de los fenómenos eléctricos y poder estudiarlos sistemáticamente. De esta explicación se desprende que cualquiera de los dos nombres serviría para cualquier tipo, pero la costumbre ha fijado la distinción.

La estructura fundamental de una pila consiste en piezas de dos metales diferentes introducidas en un líquido conductor de la electricidad o electrolito.

Así, al introducir una placa de zinc (Zn) en agua, el zinc se disuelve algo en forma de iones Zn^{++} que pasan al líquido; esta emisión de iones hace que la placa adquiera una carga negativa respecto al líquido, pues tiene ahora un exceso de electrones, creándose entre ambos una diferencia de potencial. Los iones que están en el líquido ejercen una presión que se opone a la continuación de la disolución, la cual se detendrá cuando se alcance un valor determinado, llamado tensión de disolución. Cuando se cierra el circuito externo, los electrones del zinc retornan a través de él al polo opuesto, mientras que en el interior del electrolito se reanuda la corriente de iones que circula en sentido contrario. El esquema electroquímico de una celda Daniell, que se describe luego con más detalle —incidentalmente, obsérvese que las denominaciones de ánodo y cátodo se utilizan sobre la base del flujo de electrones por el circuito externo y no en el sentido habitual, según el cual la corriente va del polo positivo al negativo—.

2.1.1 Historia

La primera pila eléctrica fue dada a conocer al mundo 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 cinc 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. Cuando se fijó una unidad de medida para la diferencia de potencial, el voltio (precisamente en honor de Volta) se pudo saber que



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

cada uno de estos elementos suministra una tensión de 0,75 V aproximadamente, pero ninguno de estos conceptos estaba disponible entonces. Su apilamiento conectados en serie permitía aumentar la tensión a voluntad, otro descubrimiento de Volta. El invento constituía una novedad absoluta y gozó de un éxito inmediato y muy merecido, ya que inició la era eléctrica en que actualmente vivimos, al permitir el estudio experimental preciso de la electricidad, superando las enormes limitaciones que presentaban para ello los generadores electrostáticos, únicos disponibles con anterioridad. Otra disposición también utilizada y descrita por Volta para el aparato estaba formada por una serie de vasos con líquido (unos junto a otros, en batería), en los que se sumergían las tiras de los metales, conectando externamente un metal con otro.

Inmediatamente empezaron a hacerse por toda Europa y América innumerables pruebas con diversos líquidos, metales y disposiciones, tratando de mejorar las características del aparato original, cosa que pocas veces se consiguió, pero que originó una infinidad de distintos tipos de pilas, de los cuales no ha quedado memoria más que de los más notables.

La pila Daniell, dada a conocer en 1836 y de la que luego se han usado ampliamente determinadas variantes constructivas, está formado por un electrodo de Zinc sumergido en una disolución de sulfato de Zinc y otro electrodo de cobre sumergido en una disolución concentrada de sulfato de cobre. Ambos electrolitos están separados por una pared porosa para evitar su reacción directa. En esta situación la tensión de disolución del zinc es mayor que la presión de los iones Zn^{++} y el electrodo se disuelve, emitiendo Zn^{++} y quedando cargado negativamente, proceso en el que se liberan electrones y que recibe el nombre de oxidación. En la disolución de sulfato de cobre, debido a su gran concentración de iones Cu, se deposita Cu^{++} sobre el electrodo de este metal que de este modo queda cargado positivamente, mediante el proceso denominado reducción, que implica la incorporación de electrones. Esta pila presenta una diferencia de potencial de entre 1,07 y 1,14 V entre sus electrodos. Su gran ventaja respecto a otras de su tiempo fue la constancia del voltaje generado, debido a la elaborada disposición, que facilita la despolarización, y a la reserva de electrolito, que permite mantener su concentración durante más tiempo.

La pila Grove (1839) utiliza como despolarizador el ácido nítrico NO_3H . Su fuerza electromotriz es de 1,9 a 2,0 V. Originariamente utilizaba platino para el ánodo, pero Cooper y Bunsen lo sustituyeron luego por carbón; el cátodo era de zinc tratado con mercurio. Fue muy apreciado por su estabilidad y su mayor energía, a pesar del gran inconveniente que representa la emisión de humos corrosivos. El mismo Grove y en el mismo año elaboró una pila que producía energía eléctrica por medio de la recombinación de hidrógeno y de oxígeno, lo que constituye el precedente de los generadores contemporáneos conocidos como pilas de combustible.

La pila Leclanché (1868) utiliza una solución de cloruro amónico en la que se sumergen electrodos de cinc y de carbón, rodeado éste último por una pasta de dióxido de manganeso y polvo de carbón como despolarizante. Suministra una tensión de 1,5 V y su principal ventaja es que se almacena muy bien, pues el cinc no es atacado más que cuando se extrae corriente del elemento.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

Este tipo de pila sirvió de base para el importante avance que constituyó la pila denominada seca, al que pertenecen prácticamente todas las utilizadas hoy. Los tipos hasta ahora descritos eran denominados húmedos, pues contenían líquidos, que no sólo hacían inconveniente su transporte, sino que solían emitir gases peligrosos y olores desagradables. Las pilas secas, en cambio, estaban formadas por un recipiente cilíndrico de zinc, que era el polo negativo, relleno de una pasta electrolítica, y por una barra de carbón en el centro (electrodo positivo), todo ello sellado para evitar fugas. Previamente se habían realizado otro tipo de pilas secas, como la de Zamboni (1812), pero eran dispositivos puramente experimentales, que no proporcionaban ninguna corriente útil. La sequedad es relativa, en primer lugar porque un elemento rigurosamente seco no suministraría electricidad alguna, de modo que lo que se encuentra en el interior de las pilas es una pasta o gel, cuya humedad se procura por todos los medios conservar, pero además porque el uso y el paso del tiempo tienden a corroer el contenedor, de modo que la pila puede verter parte de su electrolito al exterior, donde puede atacar a otros metales. Por esta razón se recomienda extraerlas cuando no se utilizan durante mucho tiempo o cuando ya han trabajado mucho. Este inconveniente está muy atenuado en los productos de finales del siglo XX gracias a la utilización de recipientes de acero inoxidable, pero todavía se produce alguna vez.

Importantes en otro sentido han sido las pilas patrón, destinadas a usos de calibración y determinación de unidades, como la pila Clark (1870), de zinc y mercurio, cuya tensión era de 1,457 V, y la pila Weston (1891), de cadmio y mercurio, con 1,018 V. Estas tensiones se miden en vacío, es decir, sin tener ninguna carga externa conectada, y a una temperatura constante de 20° C.

2.1.2 Principios de funcionamiento

Aunque la apariencia de cada una de estas celdas sea simple, la explicación de su funcionamiento dista de serlo y motivó una gran actividad científica en los siglos XIX y XX, así como diversas teorías, y la demanda creciente que tiene este producto en el mercado sigue haciendo de él objeto de investigación intensa.

El agua que tenga sales disueltas, es decir, agua ordinaria o agua con sal añadida, es un ejemplo de electrolito, pues el agua pura es prácticamente un aislante eléctrico. El electrolito es conductor porque contiene iones libres, partículas dotadas de carga eléctrica que pueden desplazarse por su interior. Si se sumergen en él dos electrodos y se hace pasar una corriente eléctrica por el circuito así formado, se producen reacciones químicas entre las sustancias del conjunto. Este proceso es el conocido fenómeno de la electrólisis. Las pilas son el proceso inverso de la electrólisis, es decir, en ellas los elementos están dispuestos de tal modo que la reacción química que se produce entre sus constituyentes cuando se cierra el circuito genere una diferencia de potencial en los electrodos, de modo que se pueda suministrar corriente eléctrica a una carga externa.

El funcionamiento de una pila se basa en el potencial de contacto entre un metal y un electrolito, esto es, el potencial que se produce al poner en contacto un metal con un líquido.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 18 MAYO DE 2009

2.1.3 Características, propiedades y forma de utilización de las pilas

El voltaje, tensión o diferencia de potencial que produce un elemento electroquímico viene determinado completamente por la naturaleza de las sustancias de los electrodos y del electrolito, así como por su concentración. Walther Nernst obtuvo el premio Nobel de química de 1920 por haber formulado cuantitativamente y demostrado las leyes que rigen este fenómeno. La conexión de elementos en serie permite multiplicar esta tensión básica cuanto se quiera.

Las propiedades puramente eléctricas de una pila se representan mediante el modelo adjunto. En su forma más sencilla está formado por una fuente de tensión perfecta —es decir, con resistencia interna nula— en serie con un resistor que representa la resistencia interna. El condensador de la versión más compleja es enormemente grande y su carga simula la descarga de la pila. Además de ello entre los terminales también aparece una capacitancia, que no suele tener importancia en las aplicaciones de corriente continua.

Símbolo de una pila (izquierda); modelo eléctrico simplificado (centro); modelo más elaborado (derecha).

Una vez fijada la tensión, la ley de Ohm determina la corriente que circulará por la carga y consecuentemente el trabajo que podrá realizarse, siempre naturalmente que esté dentro de las posibilidades de la pila, que no son infinitas, viniendo limitadas fundamentalmente por el tamaño de los electrodos —lo que determina el tamaño externo de la pila completa— y por su separación. Estos condicionamientos físicos se representan en el modelo de generador como una resistencia interna por la que pasaría la corriente de un generador ideal, es decir, de uno que pudiese suministrar una corriente infinita al voltaje predeterminado.

Conforme la célula se va gastando, su resistencia interna va aumentando, lo que hace que la tensión disponible sobre la carga vaya disminuyendo, hasta que resulte insuficiente para los fines deseados, momento en el que es necesario reemplazarla. Para dar una idea, una pila nueva de las ordinarias de 1,5 V tiene una resistencia interna de unos 0,35 Ω , mientras que una vez agotada puede tener varios. Esta es la razón de que la mera medición de la tensión con un voltímetro no sirva para indicar el estado de una pila; en circuito abierto incluso una pila gastada puede indicar 1,4 V, dada la carga insignificante que representa la resistencia de entrada del voltímetro, pero, si la medición se hace con la carga que habitualmente soporta, la lectura bajará a 1,0 V o menos, momento en que esa pila ha dejado de tener utilidad. Las actuales pilas alcalinas tienen una curva de descarga más suave que las previas de carbón; su resistencia interna aumenta proporcionalmente más despacio.

Cuando se necesita una corriente mayor que la que puede suministrar un elemento único, siendo su tensión en cambio la adecuada, se pueden añadir otros elementos en la conexión llamada en paralelo, es decir, uniendo los polos positivos de todos ellos, por un lado, y los negativos, por otro. Este tipo de conexión tiene el inconveniente de que si un elemento falla antes que sus compañeros, o se cortocircuita, arrastra irremisiblemente en su caída a todos los demás.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 18 MAYO DE 2009

Capacidad total

La capacidad total de una pila se mide en amperios x hora (A·h); es el número máximo de amperios que el elemento puede suministrar en una hora. Es un valor que no suele conocerse, ya que no es muy esclarecedor dado que depende de la intensidad solicitada y la temperatura. Cuando se extrae una gran corriente de manera continuada, la pila entrega menos potencia total que si la carga es más suave. También en esto las pilas alcalinas son mejores. Una de tipo D tiene una capacidad de entre 9 Ah — con una carga de 1 A— y 12 Ah —con una carga de 1 mA—, mientras que los correspondientes valores para una de carbón-zinc son 1 y 7,5, respectivamente.

Dependencia de la temperatura

Como todas las reacciones químicas, las que se producen dentro de una pila son sensibles a la temperatura, acelerándose normalmente cuando ésta aumenta, lo que se traducirá en un pequeño aumento de la tensión. Más importante es el caso de la bajada, pues cuando se alcanzan las de congelación muchas pilas pueden dejar de funcionar o hacerlo defectuosamente, cosa que suelen advertir los fabricantes. Como contrapartida, si se almacenan las pilas refrigeradas, se prolongará su buen estado.

Duración fuera de servicio

Lo ideal sería que las reacciones químicas internas no se produjeran más que cuando la pila esté en servicio, pero la realidad es que las pilas se deterioran por el mero transcurso del tiempo, aunque no se usen, pues los electrodos resultan atacados en lo que se conoce con el nombre de acción local. Puede considerarse que una pila pierde unos 6 mV por mes de almacenamiento, influyendo mucho en ello la temperatura. Actualmente esto no constituye un problema serio pues, dado el enorme consumo que hay de los tipos corrientes, las que se ofrecen en el comercio son de fabricación reciente. Algunos fabricantes han empezado a imprimir en los envases la fecha de caducidad del producto, lo que es una práctica encomiable.

2.1.4 Tipos corrientes de pilas

La distinción entre pilas que utilizan un electrolito y las que utilizan dos, o entre pilas húmedas y secas, son exclusivamente de interés histórico y didáctico, pues todas las pilas que se utilizan actualmente son prefabricadas, estancas y responden a tipos bastante fijos, lo que facilita su comercialización y su uso.

Las pilas eléctricas y algunos acumuladores se presentan en unas cuantas formas normalizadas. Las más frecuentes comprenden la serie A (A, AA, AAA, AAAA), B, C, D, F, G, J y N, 3R12, 4R25 y sus variantes, PP3, PP9 y las baterías de linterna 996 y PC926. Las características principales de todas



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

ellas y de otros tipos menos habituales se incluyen en la tabla siguiente (que también puede verse separadamente).

2.1.5 Tipos de pila estandarizados

nota: Las pilas de 6 V, 9 V y 12 V suelen fabricarse mediante múltiplos de elementos de 1.5 V en serie. Cuando se utilizan acumuladores (NiMH o NiCd), el voltaje total ha de multiplicarse por 0.83, ya que cada elemento suministra 1,24 V en vez de 1,5 V. Hay acumuladores alcalinos que suministran 1,5 V.

La norma europea aplicable es IEC 60086-1 Primary batteries - Part 1: General (Norma inglesa: BS397).

La serie LR-xx indica que son pilas alcalinas. Las de zinc-carbón no llevan "L": R-6, R-20, etc.

La Norma norteamericana aplicable es ANSI C18.1 American National Standard for Dry Cells and Batteries-Specifications.

Hay abundantes artículos sobre muchos aspectos de las pilas y de su utilización en equipos portátiles en Buchmann.ca.

2.1.6 Las pilas y el ambiente

Los metales y productos químicos constituyentes de las pilas pueden resultar perjudiciales para el medio ambiente, produciendo contaminación química. Es muy importante no tirarlas a la basura (en algunos países no está permitido), sino llevarlas a centros de reciclado. En algunos países, la mayoría de los proveedores y tiendas especializadas también se hacen cargo de las pilas gastadas. Una vez que la envoltura metálica que recubre las pilas se daña, las sustancias químicas que contienen se ven liberadas al medio ambiente causando contaminación. Con mayor o menor grado, las sustancias son absorbidas por la tierra pudiéndose filtrar hacia los mantos acuíferos y de éstos pueden pasar directamente a los seres vivos, entrando con esto en la cadena alimenticia.

Estudios especializados indican que una micro pila de mercurio, puede llegar a contaminar 600.000 litros de agua, una de zinc-aire 12.000 litros y una de óxido de plata 14.000 litros.

Las pilas son residuos peligrosos por lo que desde el momento en que se empiezan a reunir, deben ser manejadas por personal capacitado que siga las precauciones adecuadas empleando todos los procedimientos técnicos y legales del manejo de residuos peligrosos.

2.2 La Batería

Se le llama **batería eléctrica**, **acumulador eléctrico** o simplemente **acumulador**, al dispositivo que almacena energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga.

También se le suele denominar **batería**, puesto que, muchas veces, se conectan varios de ellos en serie, para aumentar el voltaje suministrado. Así, la batería de un automóvil está formada internamente por 6 elementos acumuladores del tipo plomo-ácido, cada uno de los cuales suministra electricidad con una tensión de unos 2 V, por lo que el conjunto entrega los habituales 12 V, o por 12 elementos, con 24 V para los camiones.

El término **pila**, en castellano, denomina los generadores de electricidad no recargables. Tanto pila como batería son términos provenientes de los primeros tiempos de la electricidad, en los que se juntaban varios elementos o celdas — en el primer caso uno encima de otro, "apilados", y en el segundo, adosados lateralmente, "en batería", como se sigue haciendo actualmente, para así aumentar la magnitud de los fenómenos eléctricos y poder estudiarlos sistemáticamente. De esta explicación se desprende que cualquiera de los dos nombres serviría para cualquier tipo, pero la costumbre ha fijado la distinción.

2.2.1 Historia

Alessandro Volta comunica su invento de la pila a la Royal London Society, el 20 de marzo de 1800.

Johann Wilhelm Ritter construyó su acumulador eléctrico en 1803. Como muchos otros que le siguieron, era un prototipo teórico y experimental, sin posible aplicación práctica.

En 1860, Gaston Planté construyó el primer modelo de acumulador de plomo-ácido con pretensiones de ser un aparato utilizable, lo que no era más que muy relativamente, por lo que no tuvo éxito. A finales del siglo XIX, sin embargo, la electricidad se iba convirtiendo rápidamente en artículo cotidiano, y cuando Planté volvió a explicar públicamente las características de su acumulador, en 1879, tuvo una acogida mucho mejor, de modo que comenzó a ser fabricado y utilizado casi inmediatamente, iniciándose un intenso y continuado proceso de desarrollo para perfeccionarlo y soslayar sus deficiencias, proceso que dura hasta nuestros días.

Thomas Alva Edison inventó otro tipo de acumulador con electrodos de hierro y níquel, cuyo electrolito es la potasa cáustica (KOH). Empezaron a comercializarse en 1908, y son la base de los actuales modelos alcalinos, ya sean recargables o no.

También hacia 1900, en Suecia, Junger y Berg inventaron el acumulador Ni-Cd, que utiliza ánodos de cadmio en vez de hierro, siendo muy parecido al de ferróníquel en las restantes características.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 18 MAYO DE 2009

2.2.2 Principios de funcionamiento

El funcionamiento de un acumulador está basado esencialmente en algún tipo de proceso reversible; es decir, un proceso cuyos componentes no resulten consumidos ni se pierdan, sino que meramente se transformen en otros, que a su vez puedan retornar al estado primero en las circunstancias adecuadas. Estas circunstancias son, en el caso de los acumuladores, el cierre del circuito externo, durante el proceso de descarga, y la aplicación de una corriente, igualmente externa, durante el de carga.

Resulta que procesos de este tipo son bastante comunes, por extraño que parezca, en las relaciones entre los elementos químicos y la electricidad durante el proceso denominado electrólisis, y en los generadores voltaicos o pilas. Los investigadores del siglo XIX dedicaron numerosos esfuerzos a observar y a esclarecer este fenómeno, que recibió el nombre de polarización.

Un acumulador es, así, un dispositivo en el que la polarización se lleva a sus límites alcanzables, y consta, en general, de dos electrodos, del mismo o de distinto material, sumergidos en un electrolito.

2.2.3 Tipos de acumuladores

- Por lo que a sus tamaños y otras características externas se refiere, puede consultarse esta lista, ya que muchas de ellas son comunes a pilas y acumuladores y están normalizadas.

Por lo que a su naturaleza interna se refiere, se encuentran habitualmente en el comercio acumuladores de los siguientes tipos:

Acumulador de plomo
Batería alcalina
Baterías alcalinas de manganeso
Baterías de níquel-hidruro metálico (Ni-MH)
Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd)
Baterías de iones de litio (Li-ion)
Baterías de polímero de litio (Li-poli)
Pilas de combustible
Capacitor de alta capacidad

2.3 Las baterías y pilas como contaminantes

Como se ha visto, las baterías contienen metales pesados y compuestos químicos, muchos de ellos perjudiciales para el medio ambiente. Es muy importante no tirarlas a la basura (en la mayoría de los



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 18 MAYO DE 2009

países eso no está permitido), y llevarlas a un centro de reciclado. Actualmente, la mayoría de los proveedores y tiendas especializadas también se hacen cargo de las baterías gastadas.

En México, la liberación del mercurio contenido en pilas ha ocurrido a consecuencia del uso de tres tipos de pilas: las de óxido de mercurio, las de C-Zn y las alcalinas. En el primer tipo, el contenido de dicho metal es del 33%, y se usaron tanto en su presentación de botón como en otros tamaños, a partir de 1955. Teóricamente, se dejaron de producir en 1995, aunque hay fuentes de información que indican que dicho proceso continúa en Asia y se distribuyen en el mercado internacional. Para el segundo y tercer tipo de pilas, se sabe que durante varias décadas, antes de 1990, se les agregaba mercurio (entre 0,5 a 1,2%) para optimizar su funcionamiento, siendo las alcalinas las de mayor contenido; también el carbón que contienen algunas veces está contaminado con este metal de manera natural. En 1999, el INE solicitó un análisis de muestras de tres diferentes marcas de pilas del tipo AA, de consumo normal en México, de las cuales dos eran de procedencia asiática (de C-Zn) y una alcalina de procedencia europea. Los resultados fueron los siguientes: para las de procedencia asiática, los valores obtenidos fueron de 0,18 mg/kg y de 6,42 mg/kg; en cuanto a la de procedencia europea el resultado fue de 0,66 mg/kg; dichas cantidades, equivalentes a partes por millón, no rebasan los límites de 0,025% establecidos en el Protocolo sobre metales pesados adoptado en 1998 en Aarhus, Dinamarca, por los países miembros de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE). El muestreo anterior fue un hecho aislado y sería conveniente en un futuro seguir analizando el contenido de mercurio en el mayor número de marcas posibles. En México, otras fuentes de mercurio la constituyen la industria de cloro/sosa, que lo utiliza en su proceso; también productos como termómetros, varios tipos de interruptores y lámparas fluorescentes. Según información oficial ya no se extrae mercurio en México, aunque se dispone de datos sobre importación por un monto de 130 toneladas en los últimos tres años. El mercurio es un contaminante local y global por excelencia. La química ambiental correspondiente a este metal tóxico es muy compleja, dadas sus propiedades; se evapora a temperatura ambiente y sus átomos viajan lejos; al ser depositado en los cuerpos de agua se transforma en mercurio orgánico (metil-mercurio) por mecanismos aeróbicos o anaeróbicos; es así como se contaminan, entre otros, los pescados y mariscos. Otra forma de intoxicación por mercurio es la inhalación de los vapores emitidos por el mercurio en su forma metálica en ambientes cerrados. El metil-mercurio puede atravesar la placenta, acumularse, y provocar daño en el cerebro y en los tejidos de los neonatos, quienes son especialmente sensibles a esta sustancia. También puede existir exposición al mercurio a través de la leche materna; en este caso, los efectos pueden provocar problemas de desarrollo, retrasos en el andar, en el habla o mentales, falta de coordinación, ceguera y convulsiones. En adultos, la exposición constante, a través de la ingesta de alimentos contaminados, pescados por lo general, puede provocar cambios de personalidad, pérdida de visión, memoria o coordinación, sordera o problemas en los riñones y pulmones. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera al metil-mercurio y sus compuestos como posiblemente carcinogénico en seres humanos (Grupo 2B). El metil-mercurio, que es la forma más tóxica, se acumula en los tejidos de los peces; los especímenes de mayor tamaño y de mayor edad tienden a concentrar niveles de mercurio más altos.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 18 MAYO DE 2009

Manganeso: dado que los tipos de pila más consumidos son alcalinas y C-Zn (aproximadamente el 76% del consumo total de pilas y baterías), el óxido de manganeso contenido en ellas es el contaminante que en mayor volumen se ha liberado al medio ambiente en las últimas cuatro décadas, lo que representa aproximadamente 145,917 toneladas (cuadro 10). Respecto de los efectos adversos ocasionados en la salud humana por esta sustancia, diversos estudios sugieren efectos neurológicos serios por exposición oral al manganeso. Por ejemplo, un estudio hecho por la OMS reporta que en 1981 se notificó una intoxicación en una comunidad de Japón, debida a que cerca de un pozo de agua se enterraron aproximadamente 400 piezas de pilas a una distancia aproximada de dos metros, lo cual provocó 16 casos de envenenamiento; tres fueron fatales (incluyendo un suicidio). Los niveles de manganeso detectados en el agua de ese pozo fueron de 14 miligramos por litro, mientras que en otros dos pozos los niveles alcanzaron 8 y 11 miligramos por litro. Los sujetos de la comunidad exhibieron desórdenes de tipo psicológico y neurológico asociados a la intoxicación.

3. INCIDENCIA PARA LA HUMANIDAD

En la actualidad gracias a este invento podemos utilizar un sin fin de aparatos eléctricos sin necesidad de estar conectados a la red, lo cual supone una gran autonomía y libertad para realizar una serie de actividades sin las cuales sería muy complicado desarrollarlas. Pensemos en iluminación (linternas), comunicación (radio) u ocio (juguetes eléctricos).

4. BIBLIOGRAFÍA.

- Dibner, Bern. (1964). *ALESSANDRO VOLTA AND THE ELECTRIC BATTERY*. Editorial: Franklin Watts
- Pancaldi, Giuliano. (2003). *Volta: Science and Culture in the Age of Enlightenment*. New Jersey: Princeton Univ Pr, Ewing.
- Dibner, Bern. (1954). *Ten Founding Fathers of the Electrical Science*. Norwalk, CT : Burndy Library,
- MIELI, Aldo .(1984). *Volta y el Desarrollo de la Electricidad hasta el Descubrimiento de la Pila y de la Corriente Eléctrica*. Buenos Aires: Espasa-Calpe,.

Autoría

- Nombre y Apellidos: Francisco M. Porcel Granados
- Centro, localidad, provincia: Málaga
- E-mail: fmporcel00@gmail.com