

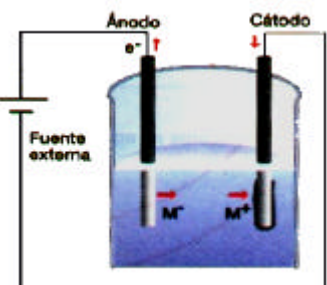
Los acumuladores

La corriente eléctrica de la dinamo se produce cuando gira arrastrada por el motor del coche, de modo que si está parado la dinamo no genera electricidad, y no podrían hacerse funcionar el alumbrado, el arranque eléctrico (precisamente necesario en ese momento) y demás servicios. Esta dificultad se resuelve haciendo que la corriente que produce el generador con el motor en marcha deje su energía (almacenada) en unos recipientes llamados *acumuladores*, que, en realidad, es de donde se saca siempre, esté o no en marcha el motor del coche. El papel del generador es cargar los acumuladores de modo que se compensen todos los gastos que éstos realizan.

Se entiende por *acumulador* todo elemento capaz de *almacenar energía* para ser utilizada posteriormente. Los acumuladores eléctricos transforman la energía que reciben de una fuente de alimentación o generador eléctrico en energía química, que almacenan en su interior, la cual durante el proceso de descarga, de una forma reversible, transforma la *energía química* en energía eléctrica.

Proceso químico de transformación

El proceso químico de transformación en los acumuladores está basado en el principio de *electrólisis*, de forma que si se colocan dos electrodos metálicos dentro de un recipiente con una solución ácida o alcalina en agua destilada (electrólito) y se conectan los electrodos a un generador de corriente eléctrica, al pasar la corriente desde el electrodo positivo (ánodo) al electrodo negativo (cátodo) a través del electrolito, la corriente descompone el agua en sus elementos básicos ($O=$) y ($2 H^+$), depositándose el oxígeno en el ánodo o electrodo positivo y el hidrógeno en el cátodo o electrodo negativo (polarización), formándose un elemento galvánico capaz de generar una *corriente eléctrica*, por diferencia de potencial entre sus placas o electrodos.



El electrolito cumple una misión importante en el proceso químico de polarización haciendo de conductor eléctrico entre el ánodo y el cátodo, para que a través de él se cierre el circuito y pase la corriente; pero no todas las soluciones son conductoras ni presentan las condiciones adecuadas para la descomposición iónica, como ocurre con el agua químicamente pura, que no es conductora en absoluto, a la cual hay que añadir sustancias ácidas o alcalinas para hacerla conductora y, además, formar un electrolito que resulte de fácil descomposición.

Como electrodos puede utilizarse cualquier tipo de metal, pues todos ellos presentan fenómenos de polarización, creando una diferencia de potencial entre sus bornes y, por ello, capaces de generar una corriente eléctrica. No obstante, no todos ellos son aptos para formar un acumulador que sea rentable industrialmente en su utilización práctica, debido a la pequeña capacidad que tienen de absorción de energía, siendo en la actualidad el *plomo* (Pb), como resultado de muchas investigaciones, el más idóneo para la fabricación de baterías.

Clasificación de los acumuladores

Según el tipo de elemento empleado para la fabricación actual de acumuladores, éstos se pueden clasificar en dos tipos:

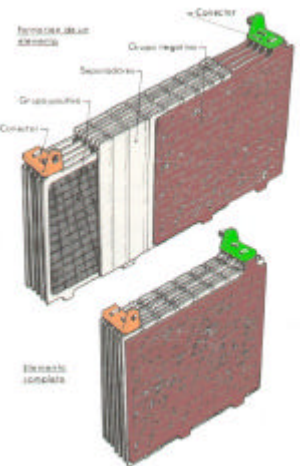
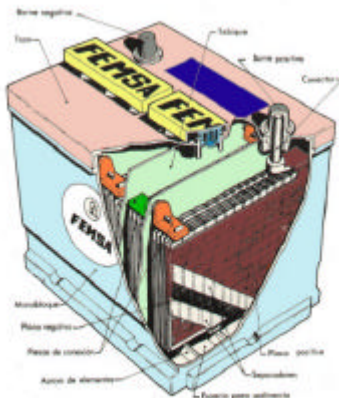
- Acumuladores de plomo.
- Acumuladores de ferro-níquel o cadmio-níquel.

Acumuladores de plomo: Descripción.

Un acumulador puede estar constituido por un vaso de ebonita (caucho endurecido y moldeado) o de otro material plástico resistente al ácido, en cuyo interior hay una serie de placas de

plomo P enlazadas entre sí por el puente a, intercaladas entre otras N que, a su vez, están unidas por su puente b, formando ambas series el bloque 2. Los dos puentes llevan los bornes que en la figura se marcan con los signos + y -; las placas que forman un grupo N al que pertenecen las exteriores son las placas negativas, conexas al borne negativo del generador (dinamo o alternador). Intercaladas dentro de ellas van las positivas P, de las que habrá una menos (en la figura hay cinco positivas entre seis negativas). Entre las placas de plomo

positivas y negativas se colocan unos *separadores* S, de material plástico. En contacto con ambas caras de las placas positivas se ponen chapas de ebonita perforada o, modernamente, de lana de vidrio. Los separadores aíslan eléctricamente unas placas de otras; por su porosidad, ranuras o agujeros permiten circular el líquido, y con su rigidez mantienen firme el bloque, formando todo él un sólido paquete.

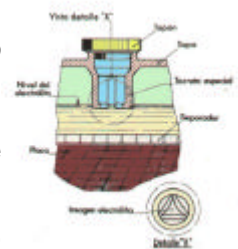


Cada placa la constituye un armazón o retícula gruesa de aleación de plomo, como se indica en el dibujo. Los huecos se rellenan a presión con una pasta de óxido de plomo, en el caso de las positivas P, y con plomo puro muy esponjoso -también en forma de pasta- las negativas N.

El (empaquetado) que causan dos separadores conserva la pasta en las celdas.

En la figura se ve una batería de doce voltios parcialmente cortada para mostrar su interior.

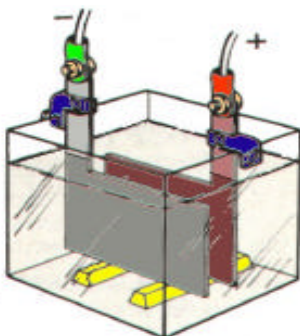
Los tapones tienen un agujero como respiradero, pues según se explicó en la figura las reacciones químicas en la carga producen gases cuyo exceso ha de tener salida. Esos respiraderos tienen recovecos para que puedan salir gases, pero no las gotas de líquido que pudieran arrastrar. Deben conservarse limpios y libres.



Cada elemento o vaso tiene sus dos pitones: positivo y negativo; como se unen en serie, el + del primer elemento se une al - del segundo por medio de una barrita de plomo, y el + del segundo al - del tercero del mismo modo. El positivo + se une al polo + de generador, y el - a masa, quedando el circuito en la forma que indica la figura. También pueden unirse entre si los polos - del generador y batería, y los polos + unirlos a masa.

Funcionamiento interno.

El vaso está lleno, hasta un centímetro por encima de las placas y separadores, de un líquido llamado *electrolito*, compuesto de ácido sulfúrico (vitriolo) diluido con agua destilada (es decir, agua químicamente pura) en proporción aproximada de tres partes de ácido por ocho de agua (27 % de ácido en volumen) con la densidad máxima admisible de 1,28. Al pasar la corriente eléctrica producida por el generador, que entra por el borne positivo P, sigue desde las placas positivas (+) a las negativas (-) y sale por el borne N, se produce una reacción química entre el ácido y el plomo de las placas y se queda allí «como almacenada» la energía de la corriente. Cuando no hay corriente del generador que cargue el acumulador éste «deshace» la reacción química y, si tiene circuito por donde circular, se produce una corriente eléctrica de descarga que es usada para el arranque eléctrico, alumbrado y, previa transformación, para producir chispas en las bujías.



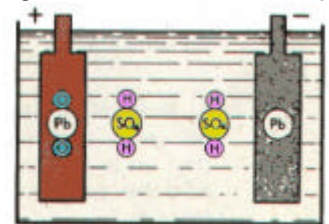
Las cargas eléctricas son también responsables de las uniones o (enlaces) en la materia. Así, algunos cuerpos compuesto se pueden, bajo determinadas influencias, que rompan el enlace eléctrico,

separarse en sus componentes llamados (iones). Estos últimos son partículas con carga eléctrica, pero de tal forma que el total de las cargas positivas es igual al de las negativas. De esta forma, cuando las mencionadas influencias dejan de actuar, las cargas se atraen entre sí (las de un signo con las de signo contrario) enlazándose nuevamente los iones para dar lugar a la partícula más pequeña del compuesto. Esta última se denomina molécula y resulta ser, evidentemente neutra, es decir, sin carga eléctrica, puesto que cada carga positiva se compensa con su correspondiente negativa. A continuación se explican dos ejemplos:

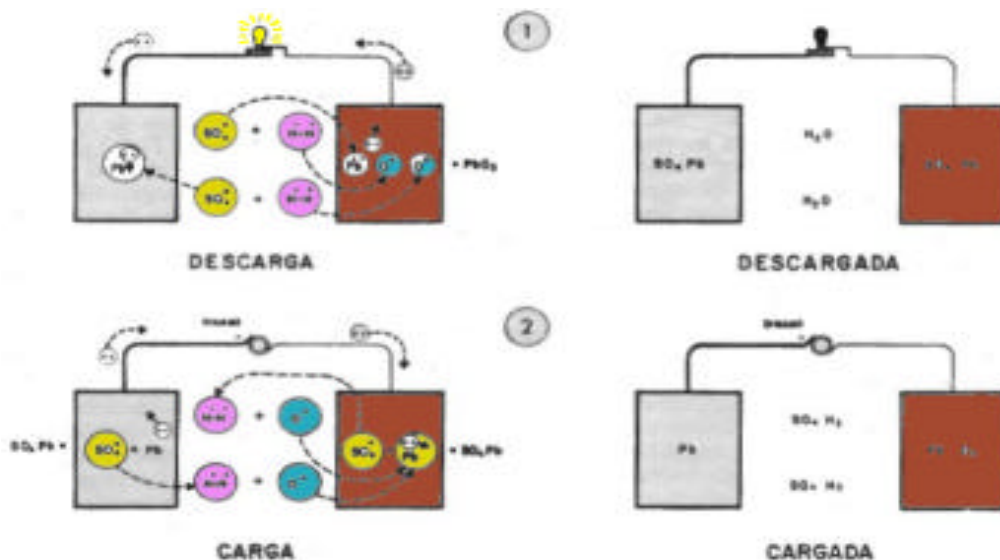
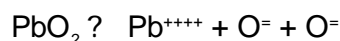
El ácido sulfúrico (vitriolo) de fórmula química SO_4H_2 , es un compuesto sin carga eléctrica o neutro, pero la partícula más pequeña del mismo que aún conserve sus propiedades, llamada molécula, podría, bajo determinadas condiciones romper su enlace disociándose en sus iones y dar origen a tres: un ion SO_4^- y dos iones H^+ . El primero de ellos con dos cargas negativas, tal como representan los dos símbolos (-) y los dos segundos con una carga positiva cada uno, indicada (+). Todo esto lo representaríamos así:



Al disociarse tenemos, por la tanto, tantas cargas de un signo como de otro, que anteriormente (en la molécula) se compensaban entre sí. Aunque más arriba se decía que la disociación se producía bajo determinadas influencias o condiciones, realmente éstas se reducen al mínimo en el caso de los ácidos: por el mero hecho de estar éstos diluidos en agua, aparecen ya un cierto número de moléculas de los mismos disociadas en sus iones. Cada uno de éstos posee carga eléctrica y es susceptible de moverse en el interior del líquido, es decir, de actuar como "transportista" o portador de carga.



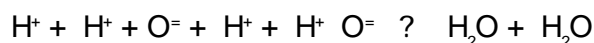
Análogamente al ejemplo anterior, si se tratara de la disociación de un compuesto como el bióxido de plomo (PbO_2), los iones obtenidos serían también tres: unión Pb^{++++} con cuatro cargas positivas y dos iones O^- , con dos cargas negativas cada uno. De la misma forma podemos escribir:



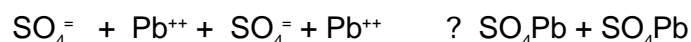
Los iones plomo (Pb^{++++}) que aparecen aquí, no son nada más que partículas de metal plomo con cuatro cargas eléctricas que pueden perder con relativa facilidad. Sin embargo, la disociación del bióxido de plomo no es espontánea, como lo era en el caos del ácido sulfúrico diluido.

Volviendo a la batería de acumuladores, si se supone que en un momento determinado está cargada y se conecta a un circuito exterior (se enciende una bombilla, por ejemplo), sucede lo que explica el detalle 1 de la figura anterior y que se describe a continuación:

Una parte del ácido sulfúrico (dos moléculas, por ejemplo) se encuentra disociado en sus iones (dos SO_4^- y cuatro H^+). Los SO_4^- tienen avidez por el plomo y desean enlazarse con él, pero para ello cada partícula de este último ha de disponer de dos cargas positivas que neutralicen las del SO_4^- . Por su parte, los H^+ tienen también avidez por los O^- y dos de los primeros reúnen las cargas necesarias para enlazarse con uno de éstos. En los huecos de las placas positivas tenemos bióxido de plomo (PbO_2), y en los de las negativas plomo esponjoso puro (metal plomo muy poroso y sin carga eléctrica). En estas condiciones, un ion SO_4^- podría enlazar con una partícula del plomo esponjoso, siempre y cuando ésta pudiese adquirir dos cargas eléctricas positivas para compensar las dos negativas de aquél. Por su parte, todos los iones H^+ (cuatro), acompañados del otro SO_4^- , y gracias a la avidez que se ha mencionado en el párrafo anterior, dirigen su ataque hacia una molécula de PbO_2 y consiguen romperla, separando sus iones en la forma que se ha visto más arriba. Los cuatro iones H^+ se combinan con los dos iones O^- neutralizando sus cargas y enlazándose para formar dos moléculas de agua:



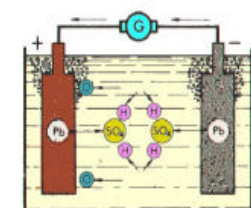
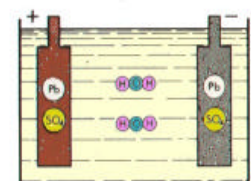
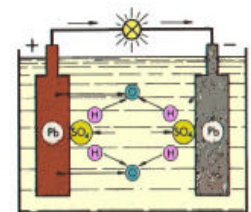
El ion SO_4^- sobrante (que acompañó a los cuatro H^+), podría también enlazar con el ion Pb^{++++} , pero, para poder hacerlo, este último ha de perder dos de sus cargas positivas, quedándose sólo con dos que neutralicen las del SO_4^- . Así, por una parte, al ion Pb^{++++} le sobran dos cargas positivas para poder enlazar con un SO_4^- , mientras que al plomo puro de la placa negativa le faltan dos de esas mismas cargas para poder hacer lo mismo con el otro SO_4^- . El problema queda solucionado al ceder el ion Pb^{++++} dos cargas, enviadas a través del circuito exterior, al plomo poroso del borne negativo. De esta forma se realizan ambos enlaces, para formar dos moléculas de sulfato de plomo neutro (SO_4Pb):



Pero ha habido un movimiento de cargas (dos positivas), en el circuito exterior, desde el borne positivo al negativo. Este movimiento constituye la corriente eléctrica en el proceso de descarga.

Fijémonos en que, durante la descarga, ha aumentado la cantidad de agua, ha disminuido la de sulfúrico y se ha formado sulfato de plomo SO_4Pb . Durante el proceso de carga todo sucede al revés, este último compuesto se separa en sus iones, arrancando el generador las dos cargas de los iones Pb^{++} de las placas negativas y enviándolas a los Pb^{++} de las positivas. De esta forma, los primeros se convierten en metal plomo puro (Pb), sin carga eléctrica y que se encuentra en forma esponjosa. Mientras tanto, los segundos (iones Pb^{++} del borne positivo) se convierten en iones Pb^{++++} circulando dos cargas positivas (corriente eléctrica) en sentido contrario a como lo habían hecho anteriormente, durante la descarga.

Tenemos, así, iones Pb^{++++} e iones SO_4^- . Los primeros están ávidos de iones O^- mientras



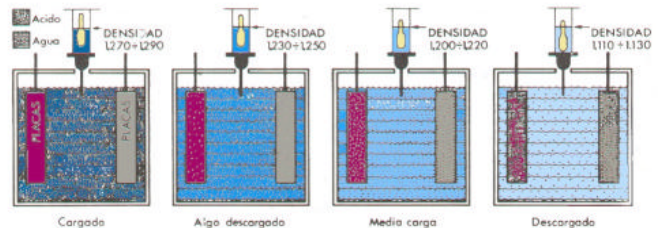
que los segundos lo están de H^+ , para formar los compuestos PbO_2 y SO_4Pb , respectivamente. Unos y otros consiguen realizar sus enlaces al disociarse el agua (en sentido contrario a lo que se ha escrito anteriormente, en el proceso de descarga). El bióxido de plomo (PbO_2) se deposita nuevamente en el borne positivo, donde se formaron los iones Pb^{++} , y aumenta otra vez la cantidad de sulfúrico, a la vez que disminuye la del agua.

Esta explicación esquemática ya indica algunas cosas interesantes:

1ª. La concentración de ácido en el electrolito es variable con el estado de carga de la batería; al descargarse se rebaja, al cargarse se recupera.

2ª. Si una batería se descarga muy a fondo, agotándola, es muy posible que, no habiendo bastante plomo esponjoso en las placas negativas, se forme el sulfato a costa del armazón que sostiene la materia activa (sulfatación de la batería), arruinándola.

3ª. Por el contrario, un exceso de carga, al seguir descomponiendo el agua del electrolito, hará que el hidrógeno liberado no tenga bastante sulfato con el que combinarse para recuperarse como ácido sulfúrico, y entonces saldrá en burbujas por los respiraderos de los vasos (peligro de explosión). A la vez, el oxígeno liberado, no encontrando ya bastante plomo del sulfato con quien combinarse, lo hará con el del armazón, oxidándolo, con lo que el enrejado de las placas positivas se hincha, y éstas se tuercen, esponjan y desmigajan.



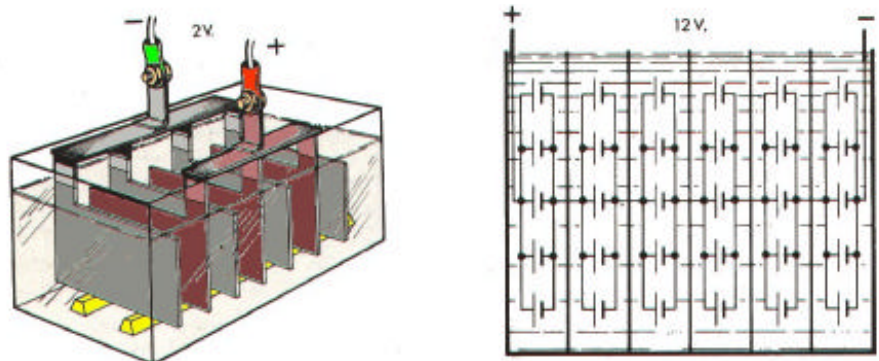
Asociación de acumuladores y de baterías.

Los acumuladores de plomo tienen la propiedad de almacenar la electricidad a dos voltios de "presión", aproximadamente (un poco más cuando están muy cargados y algo menos cuando están casi descargados), y como este voltaje es muy bajo para las necesidades del automóvil, se agrupan varios elementos o vasos como los descritos, en serie, para que se sumen sus tensiones según ya se explicó. Se usa la agrupación de seis elementos o vasos en serie para conseguir la tensión de 12 voltios.

Precisamente por esta costumbre de agrupar varios vasos acumuladores es por lo que reciben el nombre de *batería de acumuladores*.

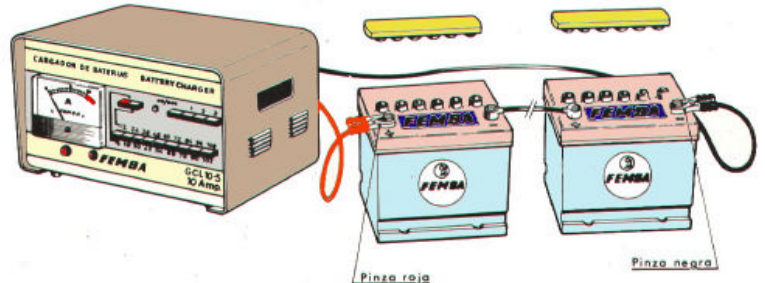
El tamaño o número de las placas y vasos no influye en el voltaje, sino que cuanto más grande o numerosas sean (que viene a ser lo mismo, pues lo que aumenta la capacidad es la superficie de placas) más electricidad pueden almacenar; esta *capacidad* se mide en amperios-hora ($A - h$). Una batería de 80 A-h quiere decir que puede suministrar una corriente de 80 amperios durante una hora, o una corriente de ocho amperios durante diez horas seguidas, etc. Esto es teóricamente; en la práctica la corriente de descarga no puede ser muy intensa y seguida porque se estropearían las placas, y lo mismo pasa con la corriente de carga. Por eso un corto circuito en la batería, que produciría una corriente intensa de descarga, es desastroso; y ha de tenerse mucho cuidado en no colocar sobre ella herramientas metálicas que puedan poner en cortocircuitos sus bornes.

Carga y mantenimiento.

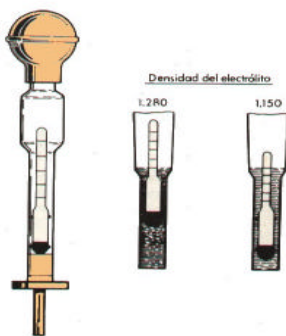


Como el agua del electrólito se gasta y evapora deben rellenarse los vasos con agua destilada periódicamente. La operación de comprobar el nivel y rellenar con agua destilada conviene hacerla al comenzar a hacer uso de la batería y no cuando esté inactiva, pues el agua tarda en mezclarse con el ácido estando el coche parado, y en tiempo frío podría helarse, quedando un centímetro por encima de las placas.

Jamás se echará ácido, porque el ácido no se evapora; lo que únicamente se evapora es el agua destilada. Téngase esto muy presente porque un exceso de ácido estropeará la batería. Se emplea un aparato llamado *densímetro* para saber el estado de carga de la batería y no para saber si se necesita ácido. En efecto, cuando está totalmente cargada (C), en climas templados o fríos el densímetro marca la densidad 1,28; y cuando está descargada (D), por efecto de las reacciones químicas efectuadas, baja la densidad a 1,15. Esto no quiere decir que haya de echarse ácido, sino sencillamente que el acumulador está descargado.



En el caso de que se perdiese electrólito a causa de un choque, vuelco, etc., entonces se medirá con el densímetro la concentración del líquido que quede dentro del vaso y se preparará una solución de ácido y agua destilada de la misma densidad para rellenar los vasos sustituyendo el líquido perdido. Se prepara *echando el ácido lentamente en el agua*, y nunca al revés, pues tendría efectos explosivos la caída del agua, con proyección del corrosivo ácido.



En los demás casos no debe alterarse la concentración del electrólito con que vienen rellenas las baterías de acumuladores, pues, de echar más ácido, no sólo se estropearán las placas, como se ha dicho, sino que las indicaciones del densímetro se falsearían y no se tendrá ese medio seguro de conocer el estado de carga de la batería. Con un voltímetro también puede conocerse si durante la medida se tienen encendidas las luces de carretera; pero es preferible, caso de no disponer de un densímetro, encender las luces y hacer funcionar el arranque eléctrico; si el brillo de las luces baja hasta ponerse rojizos los filamentos de las lámparas, es señal de estar descargada la batería.

Tipos de baterías.

Con electrolito sólido. Un tipo de electrólito empleado generalmente en baterías reducidas, (por ejemplo cajas de alarmas) es el electrólito en estado sólido o gelatinoso, compuesto de ácido sulfúrico y una pasta de *asbesto fibroso* finamente molido, a cuya composición se agrega *vidrio* soluble. Esta mezcla se vierte en los recipientes, o vasos de la batería, una vez formadas las placas. La mezcla, al cabo de unas horas, ha solidificado dentro del elemento.

Este tipo de electrólito tiene las ventajas sobre el líquido de que, en caso de rotura del recipiente, no se interrumpe la corriente como ocurriría con los de líquido, al salirse éste del recipiente. Además, las placas permanecen perfectamente estáticas en su alojamiento, mantenidas en la separación justa por la pasta, sin necesidad de separadores, aumentando el contacto útil entre electrólito y placas; con ello, además, se impide el desprendimiento de materia activa en las placas.

Las desventajas de este tipo de electrólito, que hacen sea de escasa aplicación en baterías industriales y en automoción, son debidas a que aumenta la resistencia interna del elemento; ello hace que se reduzca su capacidad, y que con el tiempo la gelatina se contraiga y agriete penetrando por ella partículas de masa activa desprendida, la cual llega a poner en cortocircuito dichas placas,

acortando así la *vida útil* del acumulador. Otra de las desventajas es que con el tiempo va variando la densidad del ácido en las distintas capas del electrolito, con lo cual las diversas partes de las placas trabajan irregularmente.

Baterías alcalinas. Existe otra clase de acumuladores, los alcalinos (en vez de ácido sulfúrico llevan potasa), con placas de hierro-níquel o de níquel cadmio. Frente a innegables ventajas, como son la posibilidad de cargas y descargas muy intensas y la solidez y duración, tienen los inconvenientes como son para la misma capacidad, un 50 por % más voluminosas, un 70 por % más pesadas y varias veces más caras que las de plomo.