

S/Ref: A-1823.-  
N/Ref: O.G. nº 22.949.-MCN.-



PATENTE DE INVENCION

401785

Int. Cl.: H01M

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
CLASE _____

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"BATERIA ELECTRICA DE ELEVADA DENSIDAD ENERGETICA"

---v---

Solicitante: La Compañía norteamericana: **TEXTRON INC.**,  
domiciliada en 10 Darrance Street, PROVIDENCE,  
RHODE ISLAND (EE.UU.)

-----

Inventor: D. Harvey N. Seiger, norteamericano.

-----

401785



Es un hecho perfectamente demostrado que la --  
contaminación atmosférica tiene lugar en gran parte como  
resultado del funcionamiento de los motores de combustión  
interna para automóviles. Se ha sugerido la sustitución  
5. de tales motores por otros eléctricos accionados por ba-  
terías incorporadas al automóvil. Sin embargo, las bajas  
densidades energéticas de las actuales baterías hacen im-  
practicables tales automóviles eléctricos como sustituti-  
vos de los de motor de combustión interna. En los esfuer-  
10. zos realizados para vencer estas deficiencias, se ha --  
creado una serie de células electroquímicas de desusado-  
diseño dotadas de unas densidades energéticas de un or--  
den de magnitud superior al de la batería común de plomo  
y ácido. Entre ellas figuran la pila de combustible de -  
15. hidrógeno-oxígeno, que es demasiado costosa para un uso-  
práctico, las baterías de plata-zinc, que tienen una du-  
ración limitada y son muy costosas, y las baterías de --  
sodio-azufre, que son costosas, funcionan en caliente y  
han de estar selladas a la atmósfera. También se han --  
20. creado baterías de níquel-cadmio y plomo-ácido de diseño  
perfeccionado. Algunas de estas baterías, tales como la-  
de plomo-ácido, tienen muy escasa eficiencia de recarga-  
a elevados regímenes de carga y sólo son útiles en siste-  
25. mas híbridos en los que las baterías son recargadas du-  
rante su funcionamiento. Otros sistemas que han sido ex-  
puestos en la técnica anterior son los de aluminio-clo--  
ro que utilizan electrolito fundido, por ejemplo una sal  
eutética fundida de cloruro de aluminio -cloruro de po-  
tasio - cloruro de sodio. Se ha sugerido una serie de --  
30. sistemas acuosos que utilizan gas halógeno en un cátodo-

401785



de difusión en solución electrolítica acuosa y un ánodo de zinc o metal alcalino-térreo. Algunas patentes más -- antiguas se refieren a electrodos acumuladores que utilizan un catión electrolítico idéntico al componente anódico activo. Entre las patentes que aquí interesan figuran las estadounidenses N<sup>os</sup>. 3.294.586, 3.421.994, -- -- 3.285.781, 3.408.232, 3.445.292, 1.716.461, 1.588.608 y 2.796.456, presentando también algún interés las de -- igual nacionalidad Nos. 3.040.115, 3.073.884, 3.455.744, 10. 3.459.596, 3.507.700 y 3.514.334.

Incluso las baterías que pueden recargarse eficientemente a elevados regímenes presentan serios inconvenientes, puesto que una recarga práctica requeriría estaciones de recarga especialmente construídas y de muy -- desusadas capacidades. Por ejemplo, para recargar en menos de 10 minutos, la estación de carga habría de ser de grandes dimensiones y los cables de gran tamaño y costosos. Para recargar un sistema de 20 kilowatios-hora en -- 15. 10 minutos, se precisaría de un suministro de 120 kilowatios. Si la salida de la batería es de 80 voltios, la -- corriente requerida sería de 1.500 amperios.

En una solicitud de patente titulada "BATERIA-ELECTRICA DE ELEVADA DENSIDAD ENERGETICA", depositada al mismo tiempo que la presente, y a nombre de la misma Sociedad, se describe un nuevo conjunto de batería de elevada densidad energética, que puede ser mecánicamente -- "recargado", es decir, sustituyendo simplemente los componentes reactivos. Los componentes que constituyen la -- batería son materiales económicos y comunes y sin embargo la salida o producción de energía es suficientemente -- 25. 30.

401785



elevada para resultar útil como fuente de energía para un vehículo eléctrico. Específicamente, el conjunto de batería utiliza un ánodo de aluminio consumible y un cátodo que comprende halógeno difundido a través de un electrodo permeable y eléctricamente conductor, en una solución electrolítica acuosa. El halógeno se dosifica de acuerdo con las necesidades de carga, hasta que el ánodo de aluminio queda efectivamente agotado. Luego son simplemente sustituidos el ánodo y el electrolito. Seguidamente pueden recuperarse el aluminio y el haluro de la solución electrolítica para establecer un ciclo ecológico cerrado. Aunque este sistema satisface los requisitos generales de un vehículo totalmente eléctrico, no se obtienen potenciales próximos al teórico. Sería deseable, constituyendo un objeto de la presente invención, elevar al máximo la energía y potencia de tal sistema.

La presente invención proporciona perfeccionadas baterías de elevada densidad energética que poseen potenciales en circuito abierto próximos al teórico, por ejemplo del 80 al 85 del valor teórico o más. En particular, se proporciona un ánodo de aluminio activado mediante continua aleación de su superficie durante la descarga con un metal más noble que el aluminio. El ánodo puede alearse revistiendo su superficie con dicho metal o, preferiblemente, disolviendo iones del metal en el electrolito. Los metales preferidos son el mercurio, galio, cadmio, indio y talio. El mercurio es un metal aleador particularmente efectivo y puede incorporarse mediante amalgamado de la superficie del ánodo de aluminio o, preferiblemente, mediante adición de iones mercuriosos o

401785

15



mercúricos al electrolito.

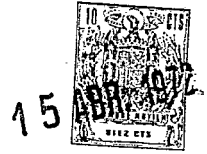
5. Se ha calculado que un suministro de energía --  
requeriría unas características de 135 watios-hora por --  
cada 0,454 kg. y 2 watios-hora por cada 16,386 cm<sup>3</sup>. para  
su empleo en un vehículo totalmente eléctrico. Una bate--  
ría construída de acuerdo con la presente invención satis  
face sobradamente tales requisitos.

10. La figura 1 es una vista esquemática en sección  
transversal de una batería que utiliza la presente inven-  
ción; y

La figura 2 muestra las características de vol-  
taje de un conjunto de batería de la presente invención -  
en comparación con las características de voltaje de ba--  
terías anteriores.

15. Con referencia a la figura 1, se ilustra esque-  
máticamente una batería que incluye una caja 10 en la que  
se dispone una lámina 12 de aluminio, un electrodo catódi-  
co inerte 14 permeables a los gases y eléctricamente con-  
ductor, de material poroso, y una solución electrolítica-  
20. 16. El electrodo catódico 14 es cilíndrico y presenta un-  
orificio centralmente axial 18 en su extremo superior 20.  
Una tubería 22 conecta un conductor eléctrico 24 al extre-  
mo superior 20 del electrodo catódico y está provista de-  
un tubo de un tubo de caucho 26 para recibir el oxidante.  
25. En esta ilustración, el tubo 26 está fijado a un tanque -  
de cloro o suministro de otro oxidante, de manera que pue-  
da entrar oxidante dosificado en el electrodo catódico 14,  
30. como se indica mediante la flecha 28. Si se emplea un - -  
oxidante sólido o líquido, se disponen medios para calen-  
tarlo por encima de su punto de ebullición para darle una

401785



5. forma gaseosa. Un conductor eléctrico 30 está conectado al ánodo de aluminio 12 y, a través de una carga 32, al conductor catódico 24. El electrodo de aluminio 12 se consume como resultado de su reacción con iones oxidantes - que son repuestos mediante migración a través del electrolito, produciendo una corriente eléctrica.

10. De acuerdo con esta invención, se ha incorporado mercurio en la superficie del ánodo. Esto se consigue en esta versión particularmente como resultado de la inclusión de iones de mercurio en el electrolito, por ejemplo iones mercúricos añadidos en forma de cloruro mercúrico en la medida de 0.01 mol aproximadamente. Como resultado de la inclusión del mercurio, la corriente se conduce bajo un voltaje de pila superior al hasta ahora obtenido. La extensión de la mejora puede ilustrarse con referencia a la figura 2, que compara las características de voltaje de un conjunto de batería como el anteriormente descrito con las características de baterías típicas de níquel-cadmio y plomo-ácido. También se compara para una batería de aluminio-cloro que utiliza un electrolito fundido de cloruro de aluminio - cloruro de sodio - cloruro de potasio (66%:20%:14%) a 150°C (J. Giner y G. L. Holleck: Batería de Aluminio-Cloro, NASA Cr-154, Marzo de 1.970). Se verá que el presente conjunto de batería tiene un voltaje en circuito abierto de 2,5, frente a 1,3 voltios para una batería de níquel-cadmio, 2,1 voltios para una batería de plomo y ácido y 2,0 voltios para la batería de electrolito fundido. Como detalle importante, se obtienen 580 miliamperios de corriente por cada 30. 6,4514 cm<sup>2</sup> de superficie del electrodo a un potencial de-

401785



- pila de 2 voltios. Con una utilización del 80% de material anódico, todo lo que se requiere es un ánodo de 0,508 mm. de grosor para generar energía a razón de 1 watio --- por cada 6,4514 cm<sup>2</sup> durante 4 horas de funcionamiento. ---
5. Con referencia a los criterios requeridos para un coche eléctrico anteriormente señalados, para obtener 80 voltios en el funcionamiento, se requieren por consiguiente sólo 40 pilas. Con una estructura en la que electrodos de cloro rodeen electrodos de aluminio, el aluminio sería ---
10. descargado a 1,06 amperios por cada 6,4514 cm<sup>2</sup>. Un sistema de aluminio-cloro tiene una relación teórica de watios-hora por cada 0,454 kg. Calculando sobre la base de los pesos de aluminio y cloro, una batería construida de --- acuerdo con la invención supera los requisitos anteriormente señalados, presentando unas características calculadas de 146 watios-hora por cada 0,454 kg y 5 watios-hora por cada 16,386 cm<sup>3</sup>.

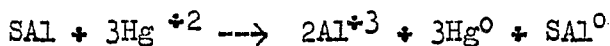
- En contraste, las baterías de níquel-cadmio, --- plomo y ácido y electrolito fundido muestrammunas características de rendimiento muy inferiores. Con la batería de níquel-cadmio existe un punto igual de energía aproximadamente a una densidad de corriente de 2 amperios por cada 6,4514 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, incluso a esta densidad de corriente el sistema de níquel-cadmio presenta una relación watios-hora por cada 0,454 kg. demasiado baja para ---
20. su utilización como sistema de batería a incorporar en un vehículo totalmente eléctrico de acuerdo con los criterios anteriormente indicados.

- Aunque no se pretende limitar esta invención --- por una explicación de los mecanismos teóricos de funciona
- 30.

401785 15



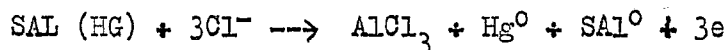
- miento, se considera que la siguiente descripción es básicamente válida y está de acuerdo con hechos experimentales. De acuerdo con la presente concepción de la invención, la superficie de aluminio del ánodo 12 se amalgama o alea con mercurio u otro metal activador y se alea continuamente superficie fresca con el metal activador durante la descarga. Se considera que puede ocurrir la siguiente reacción entre el aluminio superficial y los iones metálicos activadores en el electrolito, ejemplificados por iones mercúricos.



donde S se refiere al aluminio superficial. Como se forma mercurio elemental sobre la superficie de aluminio fresca, se amalgama con el aluminio como sigue:

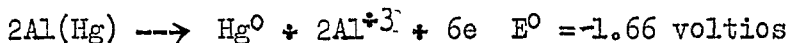


- Durante la descarga, el aluminio amalgamado reacciona como sigue, usando cloro como oxidante ejemplificativo:



- El mercurio se encuentra sobre la superficie dispuesto para amalgamarse adicionalmente, como se muestra en la reacción (2).

- La reacción anódica que tiene lugar durante el proceso electroquímico y el potencial standard de oxidación-reducción ( $E^0$ ), sobre la escala standard de hidrógeno con la convención Gibbs-Stockholm, son como sigue:

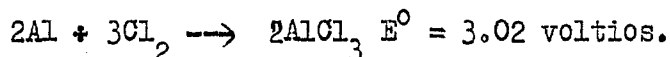


- Con cloro como material ejemplificativo del oxidante, la reacción de reducción que tiene lugar en el cátodo y el potencial standard de oxidación-reducción son como sigue:

401785 15 ABR 1954



La reacción neta del sistema aluminio-cloro y su potencial calculado son como sigue:



5. La reacción continua hasta que el ánodo de aluminio queda efectivamente consumido, utilizando generalmente del 80 al 85% aproximadamente del aluminio. En este momento el ánodo puede ser simplemente sustituido. Las razones de la activación no se comprenden plenamente, pero ---
10. puede suponerse que una capa simple de óxido de aluminio, que perjudicaría un funcionamiento efectivo, es mecánicamente separada por descarga, auxiliada por la aleación de la superficie con los iones metálicos activadores, manteniéndose una superficie fresca mediante la continua reelección de la superficie durante la descarga. En cualquier ---
15. caso, el resultado es un extraordinario incremento en los voltajes de carga y de circuito abierto en comparación con análogos conjuntos de batería que no utilizan un ánodo activado.
20. De acuerdo con los aspectos más generales de la invención, el metal activador deberá ser uno que sea más noble que el aluminio de manera que se deposite sobre su superficie, cuyos metales pueden encontrarse con referencia a la serie electroquímica standard. En particular, el---
25. mercurio es un metal muy preferido por su fácil amalgamado con la superficie de aluminio, y el mercurio y los metales periódicamente afines galio, cadmio, indio y talio constituyen un grupo preferido de metales. Generalmente, debe ---
30. haber por lo menos una concentración molar de 0,00001 de ión metálico en el electrolito, estando definido el límite

401785

15



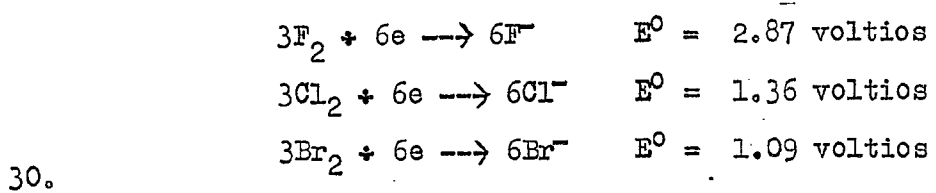
5. superior solamente por factores de solubilidad. El metal-activador puede aplicarse aleándolo directamente con la superficie del aluminio o, preferiblemente, disolviendo iones del mismo en el electrolito para su ulterior reacción con la superficie del ánodo tras la descarga. Pueden utilizarse sales tales como los cloruros, bromuros, fluoruros, yoduros, yodatos, nitratos, sulfatos y similares.

10. Con el mercurio como metal activador, puede aplicarse el metal directamente a la superficie del ánodo para obtener una amalgama o bien pueden añadirse sales mercúricas o mercuriosas al electrolito. El cloruro mercurioso es soluble en la medida de 0,1 mol aproximadamente. También pueden emplearse otras sales mercúricas. El cloruro mercurioso es mucho menos soluble, aproximadamente

15. 0,00001 mol, pero puede usarse. Debido a su baja solubilidad, el ion mercurioso puede activar en algunos casos solamente porciones del ánodo con la resultante formación de pequeños orificos en el electrodo tras una continua descarga. En consecuencia, es preferible usar el ion mercurioso o una combinación de iones mercuriosos y mercuriosos.

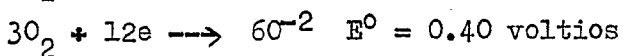
20.

25. Una de las ventajas de la activación permitida por la presente invención es la de que se dispone de una mayor selección de oxidantes respecto a la que en otro caso habría. Como oxidante pueden utilizarse los halógenos, oxígeno o azufre. Se obtienen los siguientes potenciales standard de oxidación-reducción:



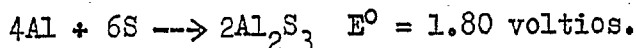
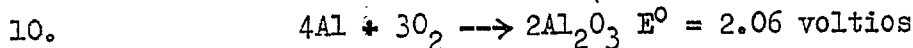
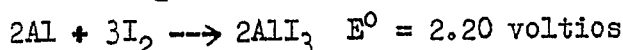
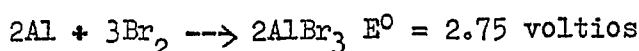
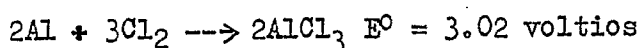
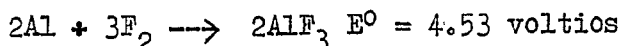
401785

15



Las reacciones netas de los sistemas aluminio--

5. oxidante y sus potenciales calculados son como sigue:



Las anteriores reacciones electroquímicas se --

efectuan poniendo en contacto los componentes aluminio y oxidante en un electrolito acuoso. Puede utilizarse alumi

15. nio con purezas comprendidas entre el 99,999% y el 99% ó--

inferiores, o bien pueden emplearse aleaciones de alumi--

nio. Tales aleaciones pueden contener pequeñas proporci--

nes, aproximadamente del 0,001 al 2% en peso de componen--

tes aleadores tales como zinc, estaño, bismuto, compues--

20. tos intermetálicos magnésicos tales como  $Mg_2Si$  y simila--

res. Veánse, por ejemplo, las aleaciones de aluminio a --

que se hace referencia en la patente de Stokes, Jr., nº -

2.796.456, incorporada aquí como referencia. Puede obte--

nerse lámina de aluminio comercial tal como la utilizada--

25. en la fabricación de capacitores, de una pureza del 99,99%.

Son fácilmente obtenibles grados comerciales de aluminio--

del 99%. En lugar de la lámina ilustrada en la figura 1,-

puede utilizarse aluminio pulverizado o en pastillas, con

tenido en una adecuada estructura de electrodo. General--

30. mente, cuando el aluminio se alea con un metal que forme-

401785

15 ABR 1972



más fácilmente una amalgama que él, el efecto del activa--  
dor puede ser degradado. En tales casos, deberá incremen--  
tarse la proporción del ion metálico activador. Una venta--  
ja del sistema de la presente invención es la de que el --  
5. ánodo de aluminio puede ser repuesto con gran facilidad. -  
El sistema es mecánicamente "recargado" insertando simple--  
mente unasserie alineada de ánodos de aluminio intercalados  
con cátodos de difusión permanentemente colocados, tal co--  
mo se refiere en la copendiente solicitud de Seiger y - --  
10. Ralph anteriormente indicada.

Antes de su uso, el aluminio contiene una capa -  
exterior de óxido de aluminio que disminuye el voltaje de--  
carga. Con cantidades habituales de metal activador, tal -  
como el ion mercúrico, la capa exterior es evidentemente -  
15. penetrada unos segundos después de su inmersión en electro-  
lito que contiene los iones activadores, no presentando --  
ningún problema. Sin embargo, cuando la concentración de -  
metal activador es baja, tal como con iones mercuriosos, -  
puede ser necesaria una descarga para catodizar el alumi--  
20. nio y llevar a cabo la activación. Esto puede efectuarse -  
simplemente aplicando una carga durante unos segundos, con  
lo que se elimina la capa de óxido superficial.

El oxidante se combina con un electrodo para cong-  
tituir el cátodo de la batería. En general, puede utilizar-  
25. se cualquier estructura de electrodo que se acople a un --  
mecanismo para suministrar oxidante a la interfase que - -  
existe entre el electrodo y el electrolito. Convenientemen-  
te se usa un electrodo permeable a los gases, difundiéndose  
se el oxidante a través del material del electrodo. El cáe-  
30. todo se construye preferiblemente de carbono poroso, pero-

401785

15



5. pueden utilizarse otros materiales. Por ejemplo, puede ---  
emplearse un electrodo catódico construido de titanio poro  
so u otro metal refractario o grafito poroso, todo ello --  
tal como se conoce en la técnica. En la pila ilustrada en  
la figura 1, el electrodo catódico 14 está construido de -  
un material de poros finos que se hace resistente a la ---  
humedad mediante revestimiento con Teflon y se hace conductor  
con la aplicación de una capa de titanio, teniendo el elec  
trodo una porosidad del 50% aproximadamente. Pueden utili  
zarse otros electrodos con resultados variables, constru--  
yéndose uno de tales electrodos de carbono poroso, vendido  
por la Speer Carbon Division de Airco con el nombre comer  
cial de Speer Carbon 37, y que tiene una porosidad del - -  
31,5%, basada en su impregnación de agua. Puede utilizarse  
oxidante comercialmente obtenible; por ejemplo puede sumi  
nistrarse cloro de una pureza del 99,5% de un cilindro de-  
68,04 kgs. Pueden utilizarse fácilmente grados comerciales  
de bromo, flúor, yodo, oxígeno y azufre.

15.  
20. Como electrolito, se obtienen resultados parti--  
cularmente buenos cuando el oxidante es un halógeno, si se  
usa una solución acuosa de haluro amónico correspondiente  
al haluro usado en el cátodo. Sin embargo, pueden emplear  
se otros electrolitos acuosos con buenos resultados y a es  
te respecto puede utilizarse una solución acuosa de cual--  
quiera de la amplia variedad de electrolitos comunes y bien  
25. conocidos. Por ejemplo, puede utilizarse una sal fuertemen  
te ionizada que tenga como catión  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ , - -  
 $\text{Li}^+$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  ó  $\text{R}_4\text{N}^+$ , donde R es un radical orgánico (tal  
como metilo, etilo, bencilo, etc.), para dar un compuesto-  
amónico cuaternario. Puede utilizarse una sal fuertemente-  
30.

401785



ionizada que tenga como anión un halógeno (por ejemplo, --  
F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>), ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BrO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, BO<sub>2</sub><sup>-</sup>, un sulfato --  
(SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>), un fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) o un --  
ácido dibásico (por ejemplo, oxalato, succinato, tartrato).

5. Una concentración de electrolito del 5 al 30% en peso apro-  
ximadamente en agua es generalmente satisfactoria.

Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente-  
la invención.

Ejemplo I

10. Se dispuso una pila como en la figura 1, emplean-  
do una solución electrolítica acuosa de un 25% en peso de-  
cloruro amónico que contenía 0,001 mol/litro de cloruro --  
mercúrico, cloro gaseoso en el cátodo, de una porosidad --  
del 50% aproximadamente, y una lámina de aluminio de ele-  
15. vada pureza (99,99%) como ánodo. Tanto la lámina de alumi-  
nio como el cátodo tenían superficies efectivas de 10 cm<sup>2</sup>.  
Se hizo funcionar la pila a 25°C y resultó tener un poten-  
cial en circuito abierto de 2,52 voltios. Los resultados --  
obtenidos a varias cargas se indican en la siguiente Tabla  
20. 1.

Tabla 1

	<u>Voltaje de pila</u> (voltios)	<u>Densidad de corriente</u> (amperios por cada -- 6,4514 cm <sup>2</sup> .)
25.	2.42	0.1
	2.33	0.2
	2.05	0.5
	1.88	0.7
	1.62	1.0
30.	1.53	1.1

401785



Ejemplos II - VI

Se dispuso una pila como en la figura 1, emplean-  
do una solución electrolítica acuosa de un 22,5% en peso-  
de cloruro amónico, cloro gaseoso en un cátodo dotado de-  
una porosidad del 50% aproximadamente y una lámina de ele-  
vada pureza como ánodo, teniendo la lámina y el cátodo ---  
5. unas superficies efectivas de 10 cm<sup>2</sup>. Se preparó una se-  
rie de soluciones electrolíticas que contenían varias --  
sales para activación, tal como se indica en la siguien-  
te tabla 2.  
10.


Tabla 2 en página 16 .....

Tabla 2

Ejemplo	Aditivo	Circuito abierto- inicial (1)	300 ma/por- cada 6,4514 cm <sup>2</sup> .	600 ma/por- cada 6,4514 cm <sup>2</sup> .	1500 ma/por- cada 6,4514 cm <sup>2</sup> .	Circuito abierto- final (2)
II	-----	1.88				1.88
III	0.01MKNO <sub>3</sub>	1.88	1.77			1.88
IV	0.01MHg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.52	2.20	2.10	1.62	2.50
V	0.01MHgCl <sub>2</sub>	2.4				
VI	0.00001MHgCl	1.88			1.64	2.51

(1) Tomado antes de retirarse corriente de la batería.

(2) Tomado después de retirarse corriente de la batería.

401785  
 15 APR 1954  


401785

15



Se hizo funcionar cada pila a 25°C. Con referen-  
cia a los datos de la Tabla 2, puede verse que cuando se-  
usó la pila con electrolito que no contenía activador, se-  
obtuvo un potencial en circuito abierto de 1,88 voltios. -  
5. Después de la descarga, el potencial en circuito abierto -  
era también de 1,88 voltios. Cuando se añadió una concen-  
tración molar de 0,01 de nitrato potásico, no se observó -  
ninguna elevación de voltaje, ilustrando así que el ion --  
nitrato no produce una subida de voltaje. Este particular-  
electrodo fue descargado a 300 miliamperios por cada - ---  
10. 6,4514 cm<sup>2</sup>, a un voltaje de 1,77 voltios. Por otra parte,-  
cuando se añadió al electrolito nitrato mercúrico a una --  
concentración molar de 0,01, el voltaje en circuito abier-  
to resultó ser de 2,52 voltios, que representa un 83% del-  
15. valor teórico. Al descargarse a 300 miliamperios por cada-  
6,4514 cm<sup>2</sup>, el voltaje era de 2,20 voltios, notable mejora  
sobre los 1,77 voltios mostrados por la pila que contenía-  
nitrato potásico. Ulteriores cargas de 600 miliamperios por  
cada 6,4514 cm<sup>2</sup> y 1500 miliamperios por cada 6,4514 cm<sup>2</sup> --  
20. mostraron voltajes de descarga de 2,10 y 1,62 voltios, res-  
pectivamente. Después de tal descarga bajo carga, el poten-  
cial en circuito abierto resultó ser de 2,50 voltios.

25. Cuando se añadió cloruro mercúrico a una concen-  
tración molar de 0,01, el voltaje en circuito abierto resul-  
tó ser de 2,4 voltios.

30. Al añadirse cloruro mercurioso a su límite de --  
solubilidad de una concentración molar de 0,00001, el vol-  
taje en circuito abierto fue bajo, sólo de 1,88 voltios, -  
pero aumentó a 2,51 después de una descarga a 1500 miliam-  
perios por cada 6,4514 cm<sup>2</sup>. Bajo tal carga, el voltaje de-

40178515



la pila era de 1,64 voltios, comparable a la mayor concentración de nitrato mercúrico. Esto ilustra el efecto de -- una baja concentración de ion mercurioso y el hecho de que la descarga del aluminio es útil para permitir a los iones activar la superficie del ánodo.

5.

Ejemplo VII

Se repitió el Ejemplo IV y después de la descarga la pila tenía un voltaje en circuito abierto de 2,50 -- voltios. Se limpió la pila y volvió a llenarse con solución electrolítica acuosa fresca, de un 25% en peso de cloruro-amónico. De nuevo, el electrodo resultó poseer un elevado voltaje en circuito abierto, de 2,5 voltios aproximadamente. En este punto se insertó un electrodo idéntico, pero provisto de una superficie sin tratar, en el electrolito, -- observándose que tenía un voltaje en circuiibo abierto de -- 1,8 voltios. Al ponerse el nuevo electrodo en contacto físico con el electrodo activado, el potencial en circuito -- abierto del par resultó ser de 2,5 voltios. Cuando se separó del electrodo activado y se dejó reposar durante media-hora aproximadamente, el voltaje del nuevo electrodo se -- estabilizó en 2,30 voltios. Se añadió calomelano (cloruro-mercurioso) y aumentó el voltaje a 2,34 voltios. En este -- punto se descargó el electrodo bajo una carga de 1500 miliamperios por cada 6,4514 cm<sup>2</sup>, hasta que la corriente se-esparció aproximadamente sobre un 50% de su superficie. -- Luego se observó que el voltaje en circuito abierto para -- este electrodo era de 2,42 voltios. Todo lo que antecede-- ilustra el extraordinario efecto activador obtenido como -- resultado de la práctica de esta invención.

10.

15.

20.

25.

30.

401785



Ejemplo VIII

Pueden utilizarse pilas de acuerdo con el Ejemplo I, pero utilizando unas concentraciones molares de 0,001 de galio, cadmio, indio y talio respectivamente, para obtener unas perfeccionadas características de voltaje.

5.

En la modificación del Ejemplo I, en lugar del -- cloro puede utilizarse oxígeno, bromo, yodo, flúor o azufre. En lugar del cloruro amónico puede utilizarse una cantidad-equivalente de bromuro amónico, cloruro potásico, cloruro - cálcico, bromuro potásico, bromuro sódico, sulfato amónico, perclorato amónico, clorato amónico, borato sódico metáli-- co, fosfato amónico, cloruro tetrametil-amónico, oxalato sódico, succinato sódico, tartrato sódico, oxalato amónico o similares, o mezclas de ellos.

10.

15.

Tal como se requiere, se han descrito versiones -- ilustrativas detalladas de la invención, Sin embargo, se -- entenderá que estas versiones simplemente ejemplifican la -- invención, que puede adoptar formas diferentes a las espe-- cíficas versiones ilustrativas descritas. Por consiguiente, los específicos detalles estructurales y funcionales no -- han de interpretarse necesariamente como limitativos, sino-- simplemente como base para las reivindicaciones.

20.

N O T A

La Patente de Invención que se solicita por vein-- te años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "BATERIA ELECTRICA DE ELEVADA DENSIDAD ENERGETICA", con Prioridad de la Demanda de Patente en -- U.S.A. Serial nº 141.880 de fecha 10 de Mayo de 1.971, se-- gún las características esenciales de las siguientes:

25.

30.

401785



REIVINDICACIONES

5. 1ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, que comprende un electrolito, un ánodo de aluminio consumible en dicho electrolito, un cátodo eléctricamente-conductor en el referido electrolito, y medios para alejar-continua-mente la superficie de dicho ánodo durante la descarga en el referido electrolito.

10. 2ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 1ª, en la que dichos me----dios aleadores comprenden un metal más noble que el aluminio aleado con éste sobre dicha superficie del ánodo.

15. 3ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 2ª, en la que el referido-metal es seleccionado entre el grupo consistente en mercurio, galio, cadmio, indio y talio.

20. 4ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 1ª, en la que dichos me- -dios aleadores comprenden iones metálicos de aleación con-aluminio y activadores del ánodo en dicho electrolito.

5ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 4ª, en la que los citados-iones activadores comprenden iones de mercurio.

25. 6ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 5ª, en la que dichos iones-activadores comprenden por lo menos  $10^{-5}$  mol de iones de -mercurio por gramo de electrolito.

30. 7ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 4ª, en la que dichos iones activadores comprenden iones mercurícos.

*Handwritten signature or initials*

401785



- 8ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 7ª, en la que los referidos iones activadores comprenden iones mercúricos añadidos a dicho electrolito como cloruro mercúrico.
5. 9ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 4ª, en la que los citados iones activadores comprenden iones mercuriosos.
10. 10ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 1ª, en el que dicho cátodo comprende un electrodo permeable y eléctricamente conductor y medios para introducir oxidante en el citado electrodo para su difusión a través de él.
15. 11ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 10ª, en el que dicho oxidante es un halógeno.
- 12ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 11ª, en la que dicho halógeno es cloro.
20. 13ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 1ª, en la que el referido electrolito comprende una sal soluble fuertemente ionizada.
25. 14ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 1ª, en la que dicho electrodo comprende un componente diferente a uno u otro del aluminio y oxidante mencionados.
- 15ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 13ª, en la que dicho electrolito comprende una sal conductora de cloro.
30. 16ª.- Batería eléctrica de elevada densidad energética, según la reivindicación 15ª, en la que el citado --

*[Handwritten signature]*

401785<sup>15</sup>



electrolito comprende una solución acuosa de cloruro amóni  
co.

17ª.- BATERIA ELECTRICA DE ELEVADA DENSIDAD ENER  
GETICA.

5. Según queda sustancialmente descrito en la pre--  
sente Memoria Descriptiva, que consta de veintidos hojas -  
escritas a máquina, por una sola cara, y acompañada de di-  
bujos.

Madrid, 15 ABR. 1972

TEXTRON INC.

P.P.

10.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P. P.

Firmado: M.ª Dolores Jerquera

401785

Fig. 1.

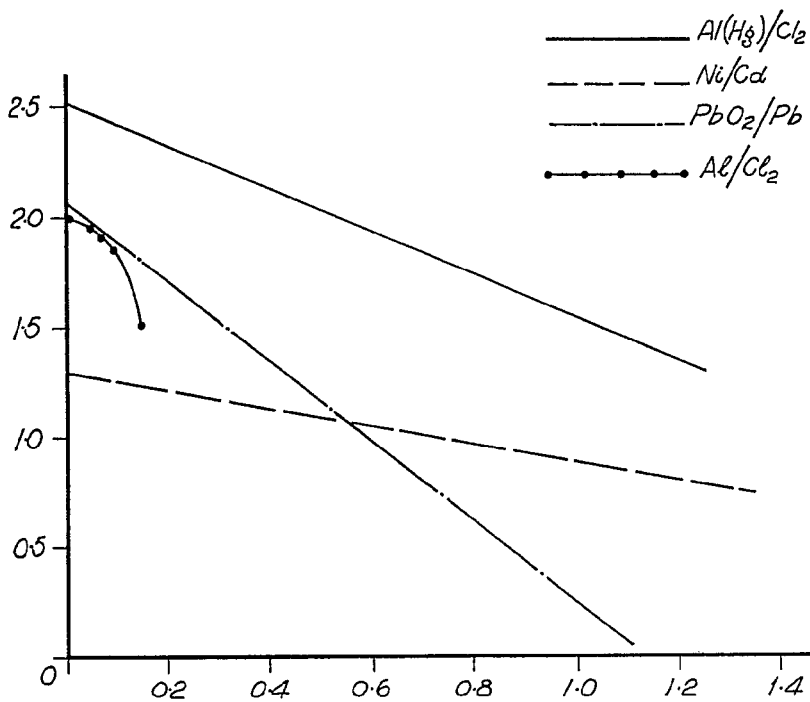
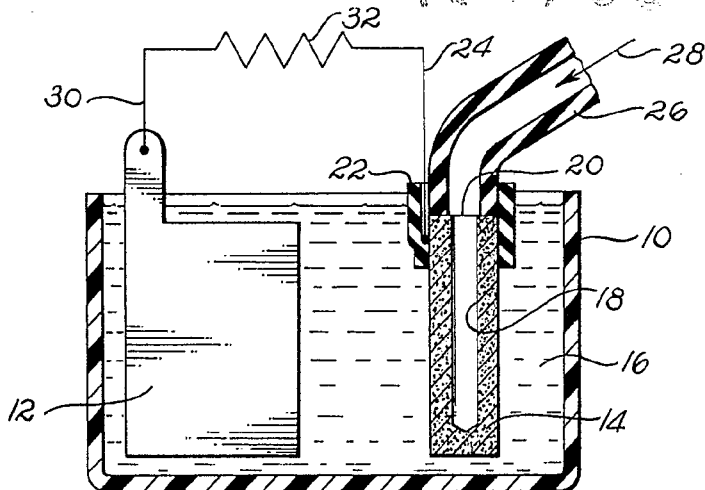


Fig. 2.

Escala variable

Madrid, 15 ABR. 1972

TEXTRON INC.

P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO

P. P.

Firmado: M.ª Dolores de Guern