

Concedido el Registro de acuerdo  
con los datos que figuran en la pre-  
sente descripción y según el con-  
tenido de la Memoria adjunta.

NUMERO	406797	(10) AI
FECHA DE PRESENTACION	8 febrero 1.978	

20 DIC. 1978

466797



ESPAÑA

PATENTE DE INVENCION

<b>(30) PRIORIDADES:</b>		
<b>(31) NUMERO</b> 52/16088/77 y 52/16089/77	<b>(32) FECHA</b> ambas del 18.2.1977	<b>(33) PAIS</b> Japón.
<b>(47) FECHA DE PUBLICIDAD</b>	<b>(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL</b> C01D	<b>(52) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA</b>
<b>(54) TITULO DE LA INVENCION</b> PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE HIPOGLORITO DE SODIO.		
<b>(71) SOLICITANTE (S)</b> CHLORINE ENGINEERS CORP., LTD.		
<b>DOMICILIO DEL SOLICITANTE</b> Kasumigaseki Bldg., No. 2-5, Kasumigaseki 3-chome, Chiyoda-ku, Tokyo - JAPON.		
<b>(72) INVENTOR (ES)</b> Nobutaka Goto y Hiroshi Daidoji.		
<b>(73) TITULAR (ES)</b> El mismo solicitante.		
<b>(74) REPRESENTANTE</b> DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.		

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describe un procedimiento para la producción de hipoclorito de sodio que consiste en electrolizar una solución acuosa de cloruro de sodio que sirve de solución de electrolito en una cuba electrolítica sin diafragma que incluye por lo menos una cuba unitaria en la cual la relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo es igual por lo menos a 1,5:1. En un modo de realización preferido, pueden obtenerse mayores concentraciones de hipoclorito de sodio efectuando la electrólisis mientras se enfría la solución de electrolito hasta 50°C o menos.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

1. Campo del Invento

El presente invento se refiere a un procedimiento para producir hipoclorito de sodio. Más particularmente, se refiere a un procedimiento para producir hipoclorito de sodio útil para el tratamiento de oxidación utilizado en operaciones de esterilización, descoloración, desodorización, eliminación del hierro y eliminación del manganeso del agua de río, del agua de la red municipal de distribución, de las aguas de alcantarillado, de las aguas residuales, etc., y para otras aplicaciones.

2. Descripción de la Técnica Anterior

Generalmente, se produce el hipoclorito de sodio haciendo reaccionar una solución concentrada de hidróxido de sodio con gas cloro, y el hipoclorito de sodio disponible en el comercio tiene una concentración de cloro de aproximadamente 12% en peso. Las soluciones acuosas de hipocloruro de sodio disponibles en el comercio son afectadas por la temperatura, las impurezas, la luz del sol, durante su almacenado y

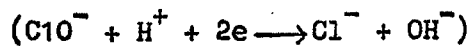
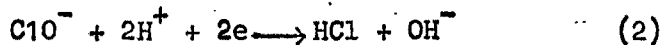
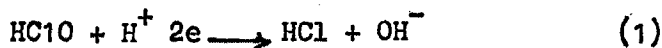
sufren una descomposición o una reacción química, lo que da lugar a una reducción de la concentración del cloro disponible. La reducción de la concentración de cloro disponible es particularmente notable durante el verano, y generalmente se pierde el 25% del cloro disponible.

Con el objeto de intentar evitar esta reducción de la concentración de cloro disponible, puede utilizarse un método que consiste en utilizar una cuba electrolítica sin diafragma en un lugar adyacente a una instalación de tratamiento de agua, y en introducir una solución acuosa de hipoclorito de sodio obtenido mediante electrólisis de una solución acuosa de cloruro de sodio directamente en la instalación del tratamiento adyacente. En este caso igualmente se producen motivos que dan lugar a la reducción de la cantidad de cloro disponible en la producción de una solución acuosa de hipoclorito de sodio.

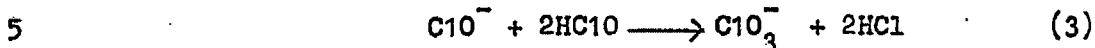
La cantidad de cloro disponible representa la cantidad de cloro contenida en la solución acuosa de hipoclorito de sodio, y se expresa generalmente por la siguiente ecuación.

$$\text{Cantidad de Cloro disponible} = 2 \times \left( \frac{\text{cloro en NaClO}}{\text{g/l}} \right)$$

Un motivo de la reducción de la cantidad del cloruro disponible consiste en que el ión hipoclorito es reducido electroquímicamente en el cátodo de acuerdo con las siguientes reacciones.



Otro motivo de la reducción de la cantidad de cloro disponible es la formación de clorato de sodio en la solución por la reacción (3) que sigue.



Por estos motivos, la relación entre la utilización eficaz del cloruro de sodio y el rendimiento de corriente es mediocre en las cubas electrolíticas sin diafragma de tipo convencional para la producción de hipoclorito de sodio, y el coste de la operación es extremadamente elevado.

10 Por otra parte, ya que la velocidad de reacción (3) se expresa por medio de la ecuación

$$\frac{d[\text{ClO}_3^-]}{dt} = k[\text{ClO}^-][\text{HClO}]^2$$

15 la cantidad de ión clorato formado aumenta cuando se elevan las concentraciones de cloro disponible y las temperaturas. Por tanto, el rendimiento de corriente y la relación de utilización de la sal inicial disminuyen ambos todavía más en la cuba electrolítica sin diafragma para la producción de hipoclorito de sodio.

20 En la Patente de los Estados Unidos No. 3.917.518 se describe un procedimiento para la producción de soluciones de hipoclorito mediante electrólisis de soluciones acuosas de cloruro. El efecto de la temperatura sobre la formación del clorato de sodio parece conocido pero, el efecto de la relación específica entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo no ha sido descrito ni divulgado.

25 Las Patentes de los Estados Unidos Nos. 3.849.281 y 3.819.504 están relacionadas con una cuba electrolítica para la producción de hipocloritos de metales alcalinos, en par

5 ticular mediante la utilización de una pluralidad de cubas unitarias en la Patente de los Estados Unidos No. 3.849.281, con construcciones particulares de los electrodos. En ninguna de estas dos Patentes de los Estados Unidos se indica que la relación que existe entre las superficies del ánodo y la superficie del cátodo debe presentar una relación particular para que sea posible obtener un mejor rendimiento de corriente.

RESUMEN DEL INVENTO

10 Por consiguiente, un objeto del presente invento consiste en la producción de hipoclorito de sodio a precio reducido y con un buen rendimiento.

15 El invento proporciona un procedimiento para la producción de hipoclorito de sodio que puede inhibir las reacciones (1) a (3) mencionadas más arriba, que puede mantener la concentración del hipoclorito de sodio y el rendimiento de corriente a niveles elevados, y que puede utilizar eficazmente la sal inicial.

20 De acuerdo con un modo de realización del presente invento, las reacciones (1) y (2) pueden ser inhibidas por un procedimiento de producción de hipoclorito de sodio que consiste en electrolizar una solución acuosa de cloruro de sodio en una cuba electrolítica sin diafragma que incluye por lo menos una cuba unitaria, siendo la relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo en el interior de la cuba electrolítica, igual por lo menos a 1,5:1.

25 De acuerdo con otro modo de realización del presente invento, la reacción (3) puede ser inhibida por un procedimiento de producción de hipoclorito de sodio que consiste en electrolizar una solución acuosa de cloruro de sodio

30

en una cuba electrolítica sin diafragma del tipo descrito en el primer modo de realización y además enfriando la solución de electrolito, utilizando por ejemplo un dispositivo de refrigeración situado dentro de las cubas unitarias o entre ellas, para mantener la solución de electrolito a una temperatura igual o inferior a  $50^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, y preferentemente incluida entre  $5$  y  $45^{\circ}\text{C}$ . Este modo de realización del invento permite una utilización más económica de la cuba electrolítica.

10                    BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS ADJUNTOS

La figura 1 es una representación gráfica de la relación que existe entre el rendimiento de corriente y la proporción entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo;

15                    La figura 2 es una representación gráfica que indica la relación que existe entre la densidad media eficaz de corriente en el cátodo y el rendimiento de corriente;

La figura 3 es una representación gráfica de la relación que existe entre la cantidad de clorato de sodio producida y la temperatura del electrolito;

20                    Las figuras 4 a 9 son unas vistas que ilustran el segundo modo de realización del procedimiento según el invento.

DESCRIPCION DETALLADA DEL INVENTO

25                    El presente invento está basado en los descubrimientos y las investigaciones descritos más arriba.

Se ha examinado como la relación que existe entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo influye en el rendimiento de corriente basado en la concentración de cloro disponible, con el fin de descubrir las condi-

30

5 ciones de electrólisis que inhibían las reacciones de reducción catódica (1) y (2) mencionadas más arriba y que mantienen la concentración de hipoclorito de sodio y el rendimiento de corriente basado en la concentración de cloro disponible. Este examen ha conducido a descubrir que el rendimiento de corriente aumenta cuando la relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo aumenta, y con el objeto de realizar la electrólisis con rendimiento de corriente suficientes desde el punto de vista económico, 10 la superficie real del ánodo debe ser preferentemente igual por lo menos a 1,5 veces la superficie real del cátodo.

En particular, se han utilizado un ánodo de titanio revestido con un óxido de metal del grupo del platino y un cátodo de titanio, y se ha calculado el rendimiento de corriente cambiando la relación entre la superficie real del 15 ánodo y la superficie real del cátodo, manteniendo sin embargo la densidad de corriente constante en el ánodo. Se ha obtenido la relación que se ilustra en la figura 1 (la temperatura de la solución de electrólito era de 40°C). El rendimiento de corriente varía en función del tipo de ánodo utilizado, pero la curva que representa la relación entre el rendimiento de corriente y la relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo indica la misma tendencia que la de la figura 1, cualquiera que sea el tipo de 20 ánodo utilizado. Si la relación de superficie real que se ilustra más arriba es igual por lo menos a 1,5:1, el rendimiento de corriente es admisible desde el punto de vista económico, cualquiera que sea el tipo de ánodo utilizado.

30 Esto se debe a que, ya que la fase de determinación de régimen de la reacción de reducción catódica del hi-

hipoclorito de sodio está basada en una difusión, las pérdidas de corriente debidas a las reacciones de reducción catódica (1) y (2) disminuyen cuando la superficie real del cátodo es inferior a la del ánodo.

5                    La relación que existe entre la densidad de corriente media eficaz en el cátodo y el rendimiento de corriente ha sido igualmente estudiada, y se ha obtenido la relación ilustrada en la figura 2 (la temperatura de la solución del electrolito era de 40°C). Si la superficie real del cátodo es inferior a la del ánodo, la densidad de corriente media eficaz aumenta en el cátodo. La tendencia que se representa en la figura 2 y que consiste en que el rendimiento de corriente basado en la concentración de cloro disponible aumenta cuando se eleva la densidad de corriente media eficaz en el cátodo manteniendo constante la densidad de corriente en el ánodo, es la misma que la tendencia representada en la figura 1. La figura 2 indica también que es conveniente ajustar la densidad de corriente media eficaz en el cátodo en un valor igual por lo menos a 20 A/dm<sup>2</sup>, y preferentemente en un valor incluido entre 20 y 80 A/dm<sup>2</sup>. En otras palabras, en una cuba electrolítica de una estructura en la cual la superficie real del ánodo es igual por lo menos a 1,5 veces la superficie real del cátodo, si la densidad de corriente media eficaz en el cátodo se ajusta en un valor incluido, aproximadamente entre 20 y 80 A/dm<sup>2</sup>, es posible obtener hipoclorito de sodio con un mejor rendimiento de corriente.

30                    De manera conveniente, la densidad de corriente media eficaz en el ánodo no es superior a 60 A/dm<sup>2</sup> aproximadamente, y, desde el punto de vista de la durabilidad del ánodo

do, de manera preferida esta densidad no es superior a 20 A/dm<sup>2</sup>.

La concentración de las soluciones de sales iniciales y la temperatura de la solución de electrólito son factores que afectan el rendimiento de corriente en la producción del hipoclorito de sodio por electrólisis de una solución acuosa de cloruro de sodio en una cuba electrolítica sin diafragma. En el primer modo de realización del invento, la concentración de la solución acuosa de cloruro de sodio inicial está incluida preferentemente entre 20 g/litro y 100 g/litro aproximadamente con el fin de producir una solución acuosa de hipoclorito de sodio que tiene una concentración de cloro disponible igual por lo menos a 3 g/litro, y preferentemente 3 g/litro, necesaria para un funcionamiento económico y para conseguir un elevado rendimiento de corriente. El pH de la solución acuosa de cloruro de sodio inicial estará incluido entre 5 y 10 aproximadamente y una temperatura adecuada para la solución de cloruro de sodio inicial es una temperatura superior a 5°C aproximadamente, y preferentemente incluida entre 15 y 45°C.

Una temperatura adecuada para la electrólisis en el primer modo de realización del procedimiento según el invento puede variar entre 5 y menos de 60°C. Una tensión adecuada que puede ser empleada es aproximadamente de 2,3 a 3 voltios aproximadamente, y preferentemente incluida entre 4 y 5 voltios, y las densidades de corriente adecuadas pueden ser las siguientes: densidades de corriente de cátodo de aproximadamente 20 a 80 A/dm<sup>2</sup>, preferentemente entre 20 y 40 A/dm<sup>2</sup>, como se ha descrito más arriba, y densidades de corriente de ánodo de aproximadamente 4 a 60 A/dm<sup>2</sup>, y preferen

temente incluídas entre 10 y 20 A/dm<sup>2</sup>.

En el procedimiento convencional de producción de hipoclorito de sodio, la electrólisis se realiza con una densidad de corriente de 5 a 20 A/dm<sup>2</sup>, tanto en el ánodo como en el cátodo, teniendo en cuenta el desgaste de los electrodos, el incremento de temperatura de la solución de electrolito, y el rendimiento de corriente del ánodo.

Generalmente, ya que el material del ánodo es de 5 a 10 veces más costoso que el material del cátodo, la densidad de corriente en el cátodo es superior a la densidad de corriente en el ánodo para economizar sobre el coste de los materiales de los electrodos, y la densidad de corriente entre los electrodos se reduce para disminuir la tensión.

Por tanto, teniendo en cuenta lo que antecede, se han hecho igualmente estudios relacionados con el incremento del rendimiento de la corriente mediante el reglaje de la temperatura de la solución de electrolito. En particular, se han realizado investigaciones para descubrir una gama de temperatura adecuada para la solución de electrolito con el fin de inhibir la reacción (3), y se han hecho estudios sobre el efecto de la temperatura en la formación del hipoclorito de sodio en una cuba electrolítica sin diafragma. Este trabajo ha conducido al descubrimiento de la relación que se indica en la figura 3.

La figura 3 indica que la cantidad de clorato de sodio que reduce el rendimiento de corriente y la relación de utilización eficaz del cloruro de sodio aumenta con la elevación de la temperatura, y puesto que existe un punto de inflexión cerca de 50°C, la cantidad de clorato de sodio varía bruscamente a una temperatura superior a 50°C. La concentra

ción de cloro disponible que se forma debe ser reducida para  
aumentar el rendimiento de corriente y la relación de utili-  
zación eficaz del cloruro de sodio inicial en la producción  
de hipoclorito de sodio en una cuba electrolítica sin dia-  
5 fragma. Con el fin de aumentar la concentración de cloro dis-  
ponible al mismo tiempo que se impide una reducción del ren-  
dimiento de corriente y de la relación de utilización eficaz  
del cloruro de sodio inicial, y por tanto para realizar la  
operación de manera económica, el tiempo de permanencia del  
10 electrolito que contiene cloruro de sodio en la cuba electro-  
lítica debe ser aumentado. Esto da lugar a un neto incremen-  
to de la temperatura, y la cantidad de clorato de sodio for-  
mado por la relación (3) aumenta. Por tanto es preciso inhi-  
bir positivamente el incremento de temperatura.

15 Además, la densidad de corriente en el cátodo co-  
todo, como se ha descrito más arriba, se ajusta conveniente-  
mente en un valor igual por lo menos a  $20 \text{ A/dm}^2$ , aproximada-  
mente, con el fin de aumentar el rendimiento de corriente ba-  
sado en la concentración de cloro formado, y con el fin de  
20 inhibir la reacción de reducción catódica del ión hipoclorito.  
Sin embargo, la temperatura de la solución de electrolito au-  
menta cuando la densidad de la corriente se eleva. Cuando  
la electrólisis se efectúa con una densidad de corriente de  
cátodo igual por lo menos a  $20 \text{ A/dm}^2$  aproximadamente, con el  
25 intento de producir económicamente hipoclorito de sodio con  
una concentración de cloro disponible igual por lo menos a  
3 g/litro, la temperatura de la solución del electrolito au-  
menta netamente. Sigue siendo necesario inhibir el incremen-  
to de temperatura de la solución de electrolito.

30 Manteniendo la temperatura de la solución del elec

trolito a un valor no superior a 50°C, y preferentemente no superior a 45°C, mediante un enfriamiento positivo, se obtiene el segundo modo de realización del procedimiento según el invento que puede ser empleado para producir económicamente y por cloruro de sodio sin incremento marcado del consumo de energía y de la cantidad de sal inicial.

Cuando se tiene en cuenta la vida de los electrodos o la resistencia eléctrica, la temperatura de la solución electrolítica será preferentemente igual o superior a 5°C.

En el segundo modo de realización del proceso según el invento, con la excepción de la temperatura de aproximadamente 5°C o menos a la cual se controla el electrolito, pueden emplearse las mismas condiciones de tratamiento que las que han sido descritas más arriba con relación al primer modo de realización del invento.

En la cuba unitaria o en las varias cubas utilizadas en los modos de realización del invento, las paredes y los tabiques de las cubas pueden realizarse con materiales resistentes a la corrosión y aislantes eléctricamente, tales como cloruro de polivinilo, polipropileno, resinas acrílicas, o resinas de policarbonato. Los materiales de ánodo adecuados incluyen el titanio revestido con un metal del grupo del platino, el titanio revestido con un óxido de metal del grupo del platino, etc., y los materiales adecuados para el cátodo incluyen el hierro, el níquel, el titanio, el acero inoxidable, etc. El tamaño del ánodo y del cátodo pueden ser cambiados, según se desea, siempre y cuando la relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo sea aproximadamente igual o superior a 1,5:1. No existe

limitación respecto al valor de esta relación, aunque en general puede ser superior a 5:1. Una relación preferida entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo está incluida entre 1,5:1 y 3:1. Como los expertos observarán, la cuba unitaria contendrá uno o varios separadores capaces de impedir el contacto entre electrodos, y contendrá también soportes de electrodo. El ánodo y el cátodo tendrán cualquier forma en los modos de realización según el invento, y los electrodos podrán tener la forma de placas planas, la forma de barras, la forma de tela metálica, etc. El tamaño de la superficie real tanto del ánodo como del cátodo se calcula basándose en las formas del cátodo y del ánodo utilizados.

La relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo igual por lo menos a 1,5:1 se obtiene, por tanto, ajustando el tamaño de la superficie real del ánodo y el tamaño de la superficie real del cátodo que están en contacto con el electrolito de solución acuosa de cloruro de sodio.

En estas condiciones, de acuerdo con el presente invento, se inhiben las reacciones (1) y (2) mencionadas más arriba, y ajustando la temperatura de la solución del electrolito en un valor igual o inferior a 50°C, se inhibe la reacción (3) mencionada más arriba que forma clorato de sodio, lo que permite mantener la concentración de hipoclorito de sodio a un nivel más elevado.

El primer modo de realización del invento permite una inhibición de las dos reacciones (1) y (2), y el segundo modo de realización del invento permite una inhibición de las tres reacciones (1), (2) y (3). Por consiguiente, es

posible mantener una elevada concentración de hipoclorito de sodio, y puede producirse una solución acuosa de hipoclorito de sodio a precios reducidos y con un buen rendimiento. Por tanto, el presente invento es particularmente adecuado para la producción de hipoclorito de sodio utilizado para el tratamiento de aguas, etc.

Un enfriamiento particularmente eficaz de la solución del electrolito, en el segundo modo de realización del invento, puede conseguirse utilizando por lo menos un dispositivo de enfriamiento en la cuba unitaria o entre las cubas unitarias que constituyen la cuba electrolítica, dejando que la solución del electrolito atraviese el dispositivo de enfriamiento.

En las figuras 4 a 9 de los dibujos adjuntos se representan métodos específicos utilizables para enfriar la solución del electrolito utilizando dispositivos de enfriamiento.

Las figuras 4 a 9 son vistas que ilustran particularmente el proceso según el invento.

Las figuras 4 y 5 ilustran un método en el cual la solución de electrolito 2 se electroliza mientras se enfría haciendo pasar la solución de electrolito 2 a través de un dispositivo de enfriamiento 3 situado entre las cubas unitarias 4 de la cuba electrolítica. En particular, la figura 5 representa un modo de realización adecuado para impedir el escape de la corriente, en el cual el dispositivo de enfriamiento 3 y las cubas unitarias 4 divididas por unas placas de tabicado 8 forman una estructura unitaria integrada. La figura 6 representa un modo de realización en el cual el dispositivo de enfriamiento 3 está dispuesto a lo largo de la

superficie interna de la cuba unitaria 4 para enfriar la so  
lución de electrolito 2. La figura 7 representa un disposi  
tivo para enfriar la solución de electrolito por medio de  
un dispositivo de enfriamiento 3 integrado en el cátodo 6,  
5 introduciéndose agua de refrigeración o un gas de refrigera  
ción 9 en el interior del cátodo 6.

En las figuras 4 a 7, la referencia numérica 5 re  
presenta un ánodo, y la referencia numérica 6 representa un  
cátodo.

10 La figura 8 representa este modo de realización  
de manera más detallada. En la figura 8, la curva electro  
lítica 2 está constituida por una pluralidad de cubas unita  
rias 4 divididas por una splanças de tabicado 8. La cuba uni  
taria más baja 4a está conectada directamente con una entra  
15 da de solución de electrolito 7, y la cuba unitaria más alta  
4e está conectada con una salida 10 de solución de electrol  
ito. Cada placa de tabicado 8 tiene un orificio 11 destinado  
a dar paso a la solución de electrolito, y la solución de e  
lectrolito sube a través del orificio 11. El dispositivo de  
20 enfriamiento 3 está situado entre las cubas unitarias 4c y  
4d. Cuando la solución de electrolito se eleva a través de  
las cubas unitarias, la solución de electrolito atraviesa el  
dispositivo de enfriamiento entre las cubas unitarias 4c y  
4d, y la temperatura de la solución de electrolito se man  
25 tiene así a una temperatura igual o inferior a 50°C.

La estructura del dispositivo de refrigeración 3  
utilizada en los modos de realización descritos no es parti  
cularmente estricta. Por ejemplo, como se representa en la  
figura 9 que es una vista en perspectiva del dispositivo de  
30 enfriamiento, la estructura puede ser una estructura en la

cual el medio de refrigeración pasa a través de numerosos tubos. Con el fin de impedir un escape de corriente hacia el dispositivo de refrigeración, este último está hecho preferentemente con una resina sintética aislante eléctrica tal como el cloruro de polivinilo o el polipropileno. El medio de refrigeración puede ser un líquido tal como agua, salmuera, etc., o un gas tal como el gas Freon, el gas etileno, amoníaco gaseoso, etc. El calor del electrolito se extrae de este modo mediante transferencia al medio de refrigeración.

En la figura 8, el ánodo 5 y el cátodo 6 están situados horizontalmente, aunque la estructura de cuba electrolítica empleada en este modo de realización no se limita a la estructura ilustrada en la figura 8. Por otra parte, en la figura 8', la cuba electrolítica tiene una estructura en la cual las cubas unitarias están superpuestas verticalmente. Sin embargo, la cuba electrolítica puede tener una estructura en la cual las cubas unitarias están dispuestas lateralmente en serie. El número de cubas unitarias no se limita particularmente, y el número de dispositivos de enfriamiento puede ser incrementado o reducido en función del número de cubas unitarias utilizadas. En general, se emplean de 3 a 15 cubas unitarias y más generalmente de 5 a 10 cubas unitarias.

Ya que el presente modo de realización inhibe la formación del clorato de sodio debida a la reacción (3) en la solución de electrolito, y permite mantener una elevada concentración de hipoclorito de sodio (concentración de cloro disponible), es posible mantener un elevado rendimiento de corriente y utilizar eficazmente el cloruro de sodio ini-

cial. Por consiguiente, el hipoclorito de sodio puede ser producido económicamente.

Los siguientes ejemplos se dan para ilustrar el presente invento de manera más detallada. Salvo indicación contraria, todas las partes, porcentajes, relaciones, etc., se indican en peso.

EJEMPLO 1

Una solución de cloruro de sodio acuosa ha sido electrolizada en las siguientes condiciones con varias densidades de corriente de cátodo utilizando una cuba electrolítica sin diafragma constituida por cinco cubas unitarias hechas cada una de cloruro de polivinilo salvo los electrodos, y conteniendo un ánodo de titanio revestido con óxido de rutenio y un cátodo de titanio, estando ambos electrodos situados horizontalmente.

Los resultados obtenidos se indican en la Tabla 1 que sigue:

Condiciones de electrólisis

Densidad de corriente en el ánodo:	15 A/dm <sup>2</sup>
Concentración de la solución de cloruro de sodio acuosa utilizada:	30 g/litro
Temperatura de la solución de electrolito:	55°C

TABLA 1

	<u>Densidad de Corriente en el Cátodo (A/dm<sup>2</sup>)</u>				
	<u>15*</u>	<u>23</u>	<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>
Relación entre su perficie real del ánodo y superficie real del cátodo	1,0	1,5	3,0	4,0	5,0

TABLA 1 (Cont.)

		<u>Densidad de Corriente en el Cátodo (A/dm<sup>2</sup>)</u>				
		<u>15*</u>	<u>23</u>	<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>
5	Concentración de cloruro disponible formado (ppm)	6499	6542	6696	6776	6823
	Rendimiento de corriente (%)	63	64	66	69	70

10 \* Comparación

Los resultados indicados en la Tabla 1 demuestran que se obtienen buenos resultados cuando la relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo es igual por lo menos a 1,5:1.

15 EJEMPLO 2

Se ha electrolizado una solución acuosa de cloruro de sodio a varias temperaturas en las siguientes condiciones utilizando una cuba electrolítica sin diafragma de la estructura ilustrada en la figura 8, hecha de cloruro de polivinilo salvo los electrodos, y que incluía un ánodo de titanio revestido con óxido de rutenio y un cátodo de titanio. A título de comparación, se repitió la operación anterior salvo que se cambió la temperatura de electrolisis a 60°C.

25 Los resultados obtenidos son los que se indican en la tabla 2 que sigue.

<u>Condiciones de electrólisis</u>	
Densidad de corriente en el ánodo:	15 A/dm <sup>2</sup>
Densidad de corriente en el cátodo:	30 A/dm <sup>2</sup>
Concentración de la solución acuosa de cloruro de sodio utilizada:	30 g/litro
Concentración de hipoclorito de sodio formado:	apr. 7,5 g/litro

30

TABLA 2

		<u>Temperatura (°C)</u>					
		<u>10</u>	<u>20</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>50</u>	<u>60*</u>
5	<u>Rendimien</u> <u>to de co-</u> <u>rriente (%)</u>	86,2	80,3	78,5	73,1	67,6	61,0

\*Comparación

Basándose en los resultados representados en la Tabla 2, puede verse que ajustando la temperatura de la solución de electrólito a un valor no superior a 50°C aproximadamente, pueden obtenerse rendimientos de corriente eficaces para un funcionamiento económico. A una temperatura superior a 50°C, por ejemplo a 60°C, el rendimiento de corriente es aproximadamente del 60%, y no puede realizarse económicamente la electrólisis.

Aunque el invento haya sido descrito detalladamente y con referencia a unos modos de realización particulares, los expertos en la materia se darán cuenta que pueden realizarse numerosos varios cambios y modificaciones sin alejarse del espíritu y del alcance del invento.

Traducción de las inscripciones de los dibujos originales

Figuras 1 y 2

- A - Rendimiento de corriente relacionado con la cantidad de cloro disponible. (%)
- 25 B - Densidad de corriente en el ánodo ( $A/dm^2$ ).
- C - Temperatura del electrodo: 40°C.
- D - Relación entre superficie real del ánodo y superficie real del cátodo.

Figura 2

- 30 E - Densidad de corriente en el cátodo ( $A/dm^2$ ).

Figura 3

F - Cantidad de clorito de sodio producida.

G - Temperatura ( $^{\circ}$ C).

En resumen, la presente Patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1.) Procedimiento para la producción de hipoclorito de sodio que consiste en electrolizar una solución acuosa de cloruro de sodio que sirve de solución de electrolito en una cuba electrolítica sin diafragma que incluye por lo menos una cuba unitaria, caracterizado porque la relación entre la superficie real del ánodo y la superficie real del cátodo en la cuba electrolítica es igual o superior a 1,5:1 aproximadamente.

2.) Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la densidad de corriente media eficaz en el cátodo es igual por lo menos a  $20 \text{ A/dm}^2$ .

3.) Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la densidad de corriente media eficaz en el cátodo está incluida entre  $20 \text{ A/dm}^2$  y  $80 \text{ A/dm}^2$  aproximadamente.

4.) Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye el enfriamiento de la solución de electrolito con por lo menos un dispositivo de enfriamiento situado en o entre las cubas unitarias para mantener la solución de electrolito a una temperatura igual o inferior a  $50^{\circ}$ C aproximadamente, con lo cual se obtiene una solución de hipoclorito de sodio que tiene una concentración de cloro disponible por lo menos igual a 3 g/litro aproximadamente.

5.) Procedimiento según la reivindicación 4, ca-

racterizado porque la temperatura de la solución de electrolito se mantiene entre 5 y 45°C.

5 6.) Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha cuba electrolítica sin diafragma está constituida por una pluralidad de cubas unitarias.

10 7.) Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE HIPOCLORITO DE SODIO.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veintiuna páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 8 febrero 1.978

15

BERNARDO UNGRIA

D.P.



20

25

30

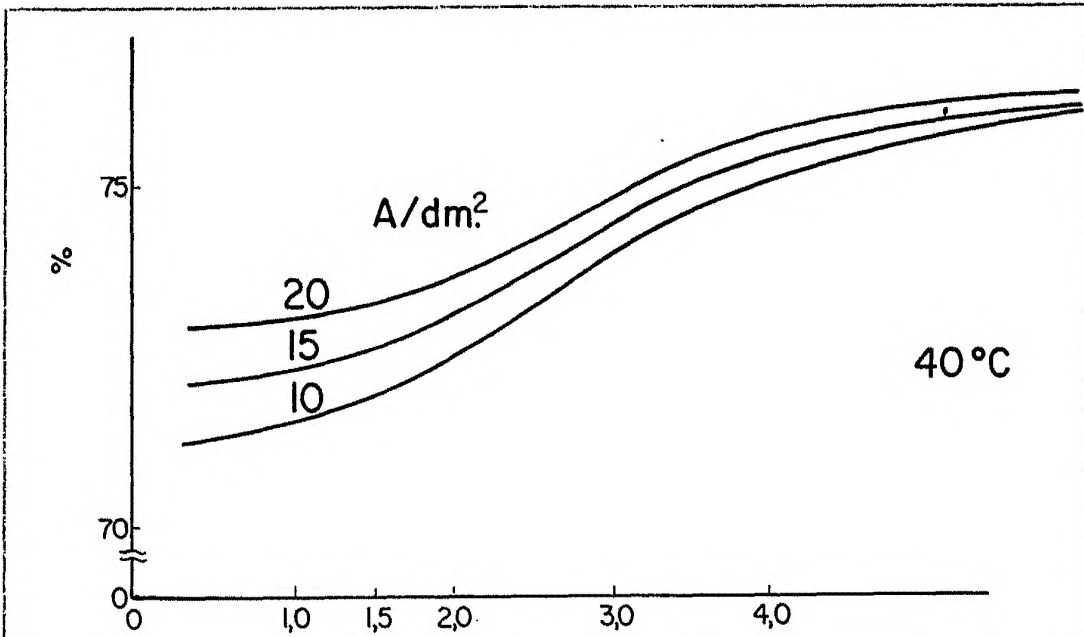


FIG-1

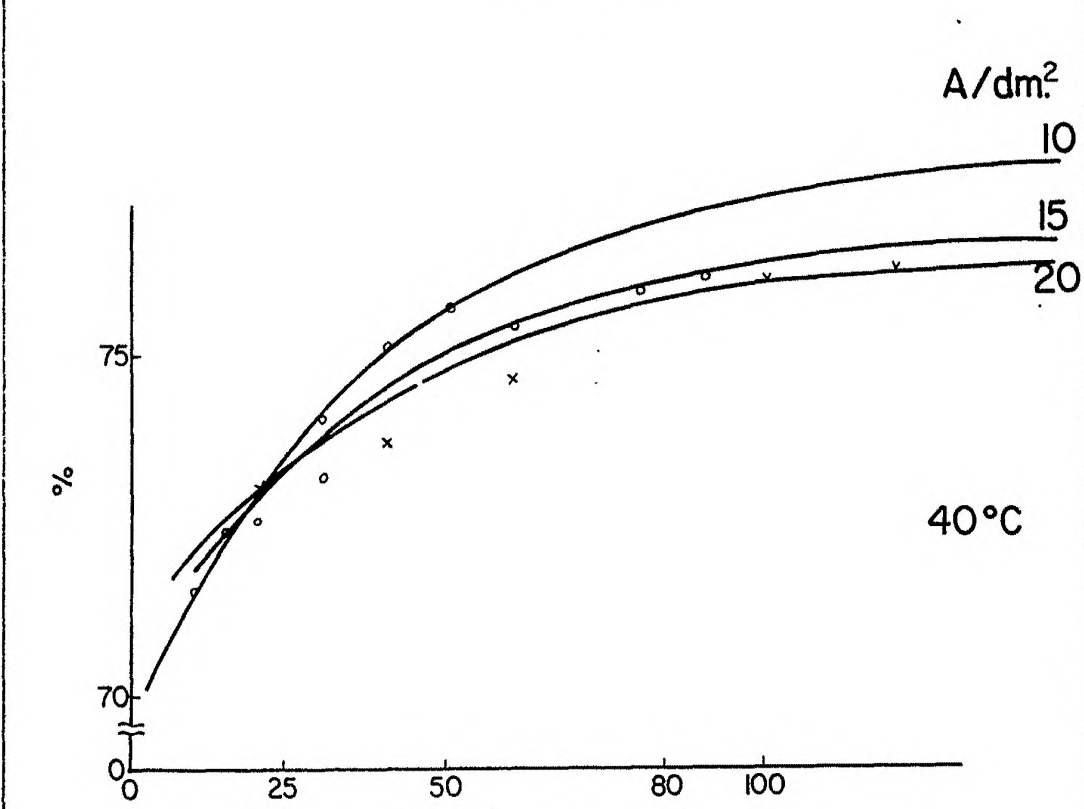


FIG-2

ESCALA VARIABLE  
Madrid, 8 de febrero de 1978  
BERNARDO UNGRIA  
P. P.

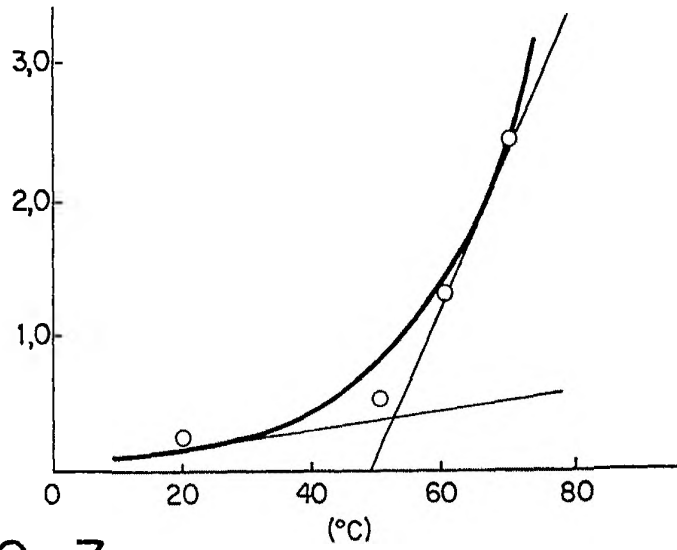


FIG-3

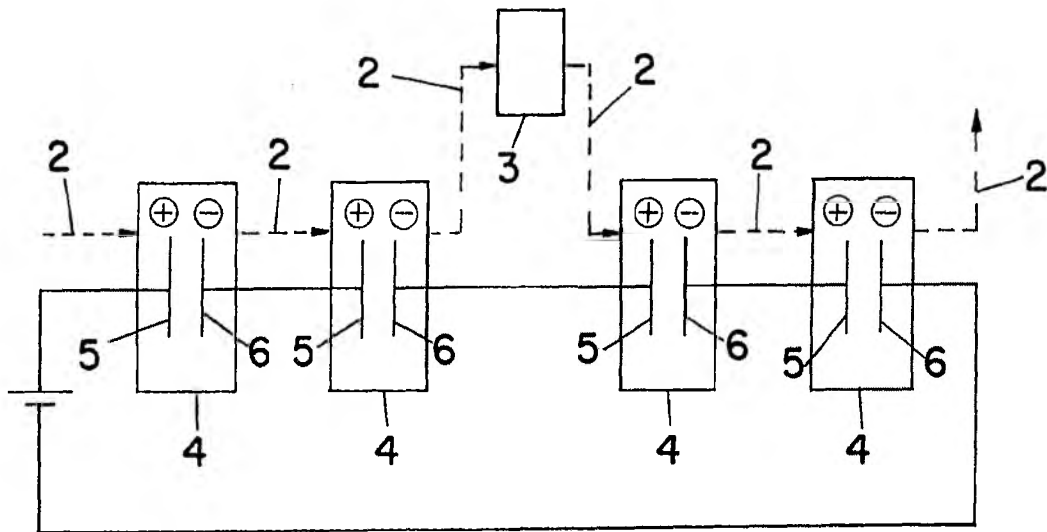


FIG-4

ESCALA VARIABLE

Madrid, 9 de febrero de 1978

BERNARDO UNGRIA

P. P.

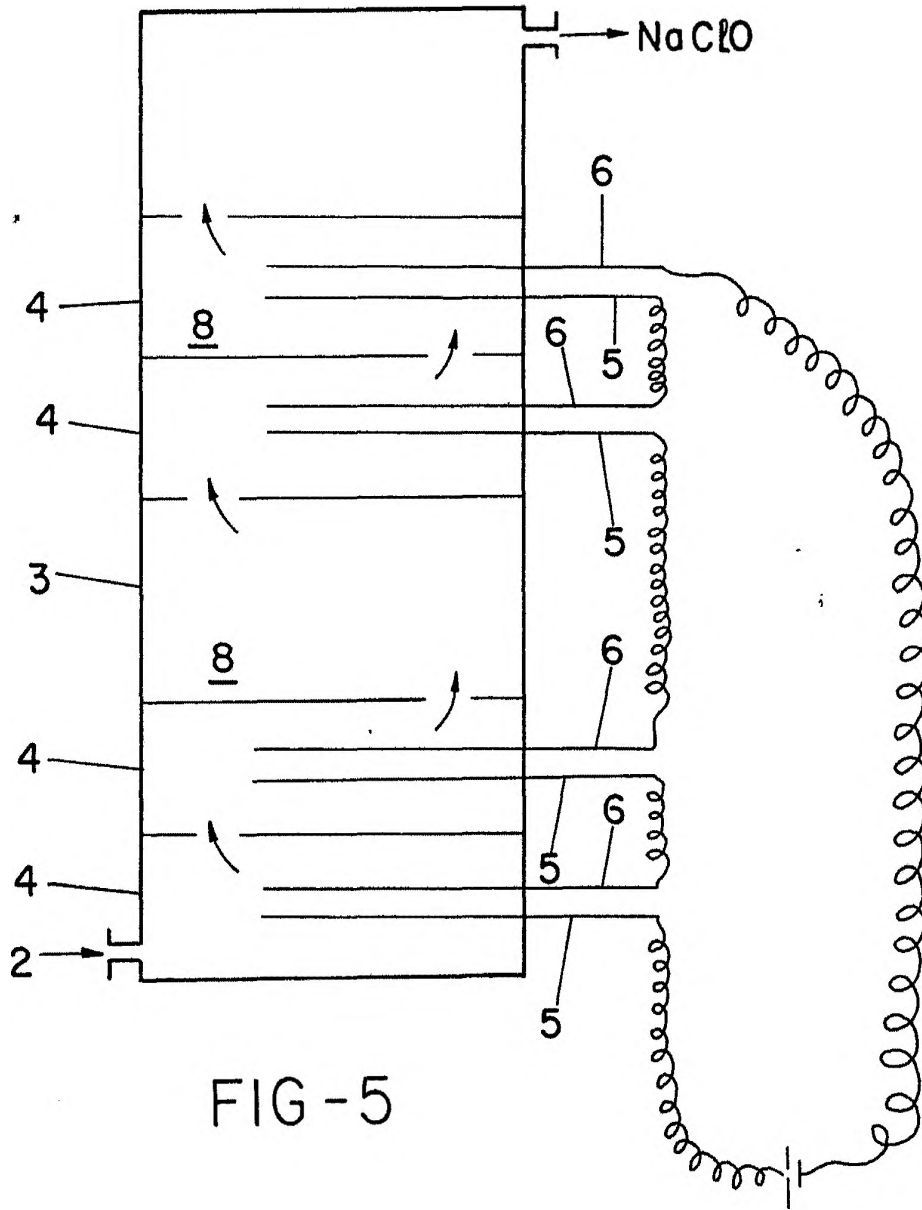


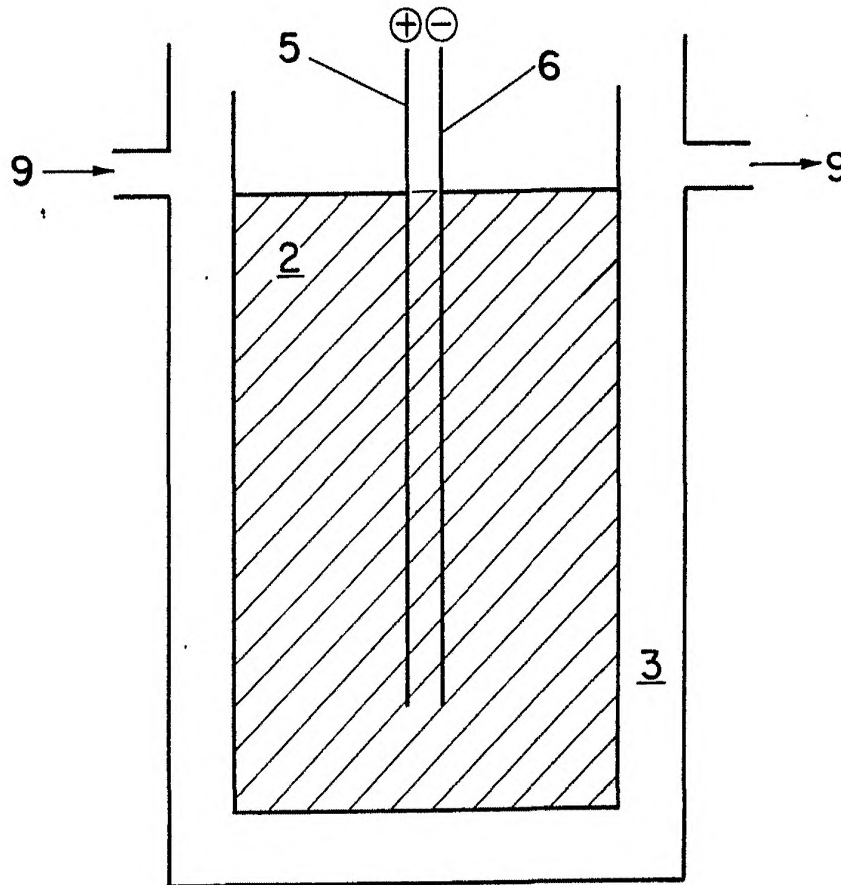
FIG-5

ESCALA VARIABLE

Madrid, 5 de febrero de 1978

BERNARDO UNGRIA

p. p.



4 FIG-6

ESCALA VARIABLE

Madrid, 7 de febrero de 1978

BERNARDO UNGRIA

P. P.

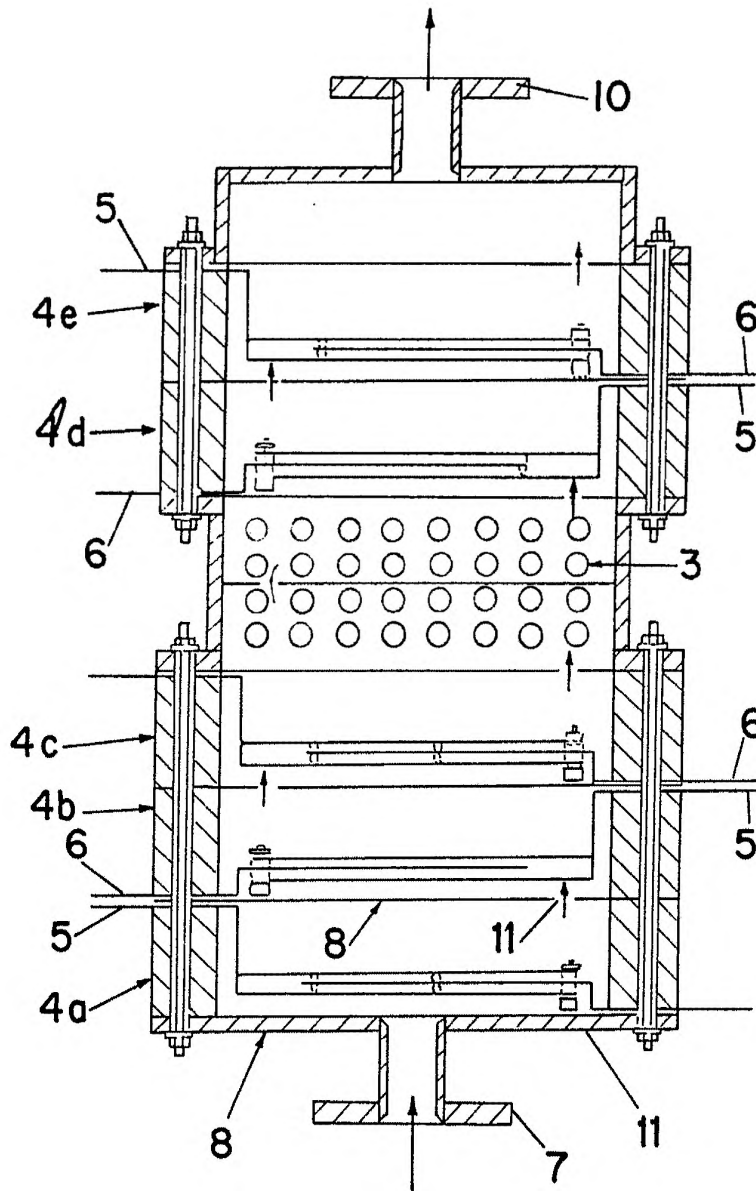


FIG - 8

ESCALA VARIABLE

Madrid, 8 de febrero de 1978

BERNARDO UNGRIA

P. P.

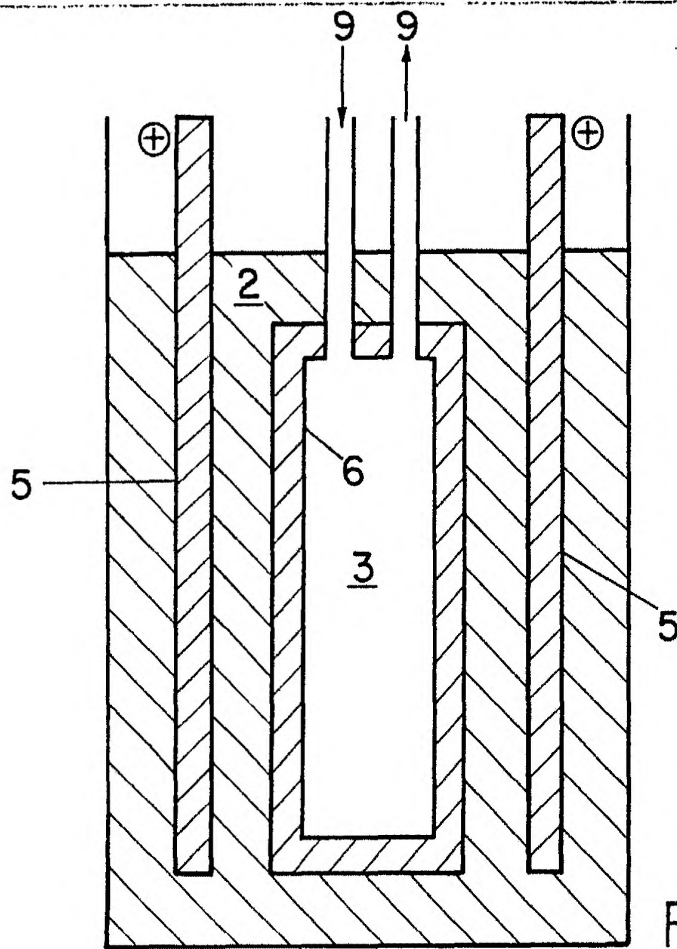


FIG-7

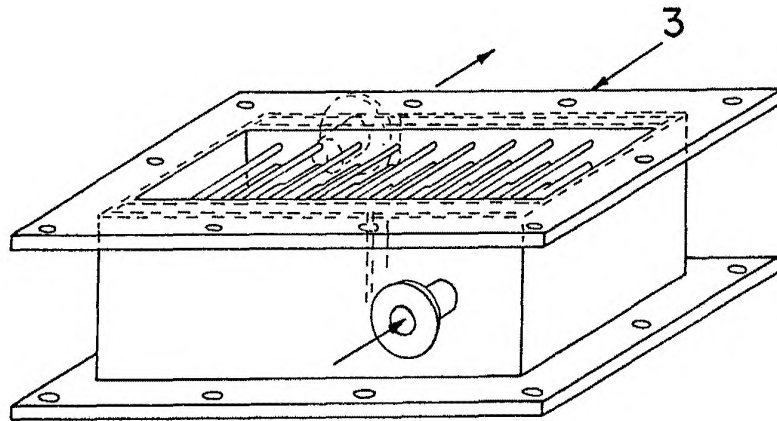


FIG-9

**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 9 de febrero de 1978

**BERNARDO UNGRIA**

p. p.