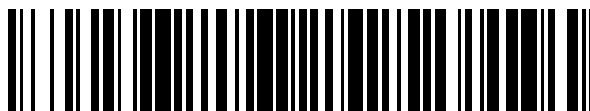


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 004**

51 Int. Cl.:

C25B 15/02 (2006.01)

C25B 15/08 (2006.01)

C25B 1/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2009 PCT/EP2009/067016**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2010 WO10069896**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2009 E 09771555 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 2366040**

54 Título: **Proceso para producir cloro, sosa caustica, e hidrógeno**

30 Prioridad:

17.12.2008 EP 08171947

16.01.2009 US 145348 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

27.07.2018

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP UHDE CHLORINE ENGINEERS
(ITALIA) S.R.L. (100.0%)
Via Bistolfi, 35
20134 Milan, IT**

72 Inventor/es:

**MANDERS, ANTONIUS JACOBUS GERARDUS;
OONINCX, JACOBA CORNELIA PETRONELLA
ADRIANA;
PELKONEN, SAMI PETTERI y
BORGHESI, MASSIMO GIOSAFATTE**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 677 004 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso para producir cloro, sosa caustica, e hidrógeno

La presente invención se refiere a un proceso para producir cloro, hidróxido de metal alcalino, e hidrógeno, y un dispositivo para llevar a cabo tal proceso.

5 La producción de cloro es como tal bien conocida. El cloro puede producirse por electrólisis de una solución de cloruro sódico (salmuera), con hidróxido de sodio e hidrógeno que son producidos como co-productos. En otro proceso conocido el cloro es producido por la electrólisis de una solución de cloruro de potasio, con potasa cáustica (hidróxido de potasio) y el hidrógeno es producido como co-productos. Tales procesos de producción de cloro se realizan normalmente en plantas de producción de cloro a gran escala y tienen desventajas que implican un gran número de etapas de proceso, el uso de muchas piezas de equipo, mucha atención de control, y mantenimiento frecuente. A este respecto se observa que una planta de cloro a gran escala normal consiste de bloques separados para el almacenamiento y manejo de la sal; la producción y tratamiento de salmuera; etapas múltiples para eliminar precipitados alcalinos de la salmuera; operaciones múltiples de celdas de electrólisis; enfriamiento de cloro y etapas de secado; etapas de compresión y licuefacción de cloro; el almacenamiento, carga, y distribución de cloro líquido; manejo, evaporación, almacenamiento, carga, y distribución del hidróxido de metal alcalino; y tratamiento, manejo, compresión, almacenamiento, carga, y distribución del hidrógeno.

10 El documento US 4,190,505 por ejemplo se relaciona con un proceso para la electrólisis del cloruro sódico que contiene un complejo de cianuro de hierro en una celda electrolítica dividida en una cámara de ánodo y una cámara de cátodo por una membrana de intercambio catiónico y que utiliza cloruro sódico que contiene un complejo de cianuro de hierro como materia prima. El complejo de cianuro de hierro se elimina a través de una etapa de descomposición oxidativa en donde puede utilizarse cualquier oxidante conocido generalmente en la técnica, incluyendo, por ejemplo, cloro, hipoclorito de sodio, peróxido de hidrógeno, clorato de sodio, cromato de potasio, y permanganato de potasio. El hipoclorito de cloro y/o sodio es el más preferido. La patente divulga un diagrama de flujo de un aparato normal que comprende una celda electrolítica con una cámara de cátodo y un tanque de católito, con una solución de sosa cáustica acuosa que es circulada entre la cámara de cátodo y el tanque de católito. En el tanque de católito, el católito se separa en solución cáustica acuosa e hidrógeno. El anolito se circula entre la cámara de ánodo y el tanque de anolito. El gas de cloro separado del anolito se retira y la solución acuosa de cloruro sódico con concentración disminuida se pasa a una torre de declorinación. Se agrega agua suplementaria para diluir la solución acuosa de cloruro sódico tomada de la torre de declorinación. La solución diluida entonces se alimenta a un tanque de disolución de cloruro sódico. La solución acuosa saturada de cloruro sódico es precalentada pasando a través de un intercambiador de calor y calentamiento adicional en un tanque de descomposición oxidativa a 60°C o mayor con vapor. Después del enfriado, la solución se pasa a un recipiente de reacción, donde se trata con aditivos tal como carbonato sódico, sosa cáustica, etc. La solución tratada entonces se pasa sucesivamente a través de un filtro y una torre de resina de quelato en donde los iones de calcio, iones de magnesio, iones de hierro u otros permanecen disueltos en la solución acuosa de cloruro sódico se eliminan para reducir su contenido a 0.1 ppm. La solución acuosa saturada de cloruro sódico así sustancialmente purificada se alimenta en el tanque de anolito.

15 El proceso y dispositivo de acuerdo con el documento US 4,190,505 son ejemplos de un proceso y dispositivo que son complicados y requieren muchas piezas de equipo. Por lo tanto, se requiere mucha atención de administración y mantenimiento frecuente.

20 Además de la complejidad de tales procesos de producción a gran escala, se observa que una parte sustancial del cloro producida necesita transportarse mediante tubería, tren o camión. Tales transportes por tren y camión están hoy en día bajo discusión en vista de la protección relacionada y problemas de seguridad. Por lo tanto, hay una demanda clara para las plantas de producción de cloro a pequeña escala que pueden producir cloro para uso local. A este respecto se observa que las plantas de producción de cloro a pequeña escala actualmente existentes incluyen pequeñas plantas de producción de cloro basadas en mercurio, cuyas plantas necesitan convertirse o cerrarse en el futuro próximo debido a salud relacionada y preocupaciones ambientales.

25 Los procesos de producción de cloro de electrólisis de membrana convencionales que se realizan normalmente en plantas de producción de cloro a gran escala (producción de aproximadamente 100,000 a 200,000 toneladas de cloro por año) pueden, en teoría, realizarse en pequeña escala para satisfacer simplemente la demanda local. Sin embargo, como se acaba de explicar, tales procesos requieren el uso de muchas piezas de equipo, mucha atención de control, y mantenimiento frecuente. Por lo tanto, si por ejemplo solamente de manera aproximada 5,000 – 20,000 toneladas de cloro pueden producirse por año, será difíciles hacer rentables tales procesos.

30 Un objeto de la presente invención es por lo tanto proporcionar un proceso para la producción de cloro que sea económicamente factible cuando se realiza en una pequeña escala, preferiblemente en el lugar, planta de producción de cloro. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo para realizar el proceso de acuerdo con la presente invención la cual es automatizada hasta tal punto que puede operarse por control remoto, se requiere atención y soporte locales muy pequeñas. Sorpresivamente, ahora se ha encontrado que el primer objeto se realiza cuando se hace uso de una secuencia particular de etapas de proceso, para obtener un proceso

simple que sea adecuado para realizarse por control remoto.

Por consiguiente, la presente invención se relaciona con un proceso para producir cloro, hidróxido de metal alcalino, e hidrógeno, como se define en la reivindicación 1, y a un dispositivo controlado por ordenador como se define en la reivindicación 11. El proceso de acuerdo con la presente invención tiene las ventajas que puede abordar adecuadamente los problemas de transporte y no el uso de mercurio, mientras que al mismo tiempo requiere pocas etapas de proceso, pocas piezas de equipo, presiones bajas, menos atención de administración, y menos mantenimiento cuando se compara con procesos de producción de cloro convencionales. Así, con la presente invención, se obtiene un proceso de producción de cloro eficiente que es económicamente factible, incluso cuando se realiza a pequeña escala. Por lo tanto, la presente invención constituye una considerable mejora sobre los procesos conocidos para producir cloro. Preferiblemente, el cloruro de metal alcalino es cloruro sódico o cloruro de potasio. Más preferiblemente, el cloruro de metal alcalino es cloruro sódico.

Adecuadamente, la etapa (a) se realiza en un recipiente o envase que contiene la fuente de cloruro de metal alcalino a cuyo recipiente o envase se agrega agua. El envase puede, por ejemplo, ser un envase de concreto sobre el cual se ha aplicado una cubierta plástica. La salmuera obtenida en el recipiente o envase después se retira del recipiente y somete a la etapa b). En otras palabras, de acuerdo con la presente invención el almacenamiento de la sal es integrado en el disolvente de sal, mientras que en los procesos conocidos el almacenamiento de la sal y disolución de la sal ocurren normalmente en bloques separados. Se observa que el término "fuente de cloruro de metal alcalino" como se utiliza a través de este documento se significa para denominar todas las fuentes de sal de las cuales más del 95% en peso es un cloruro de metal alcalino. Adecuadamente, tal sal contiene más del 99% en peso por peso del cloruro de metal alcalino. Preferiblemente, la sal contiene más del 99.5% en peso por peso del cloruro de metal alcalino, mientras una sal que contiene más del 99.9% en peso de cloruro de metal alcalino es más preferida (con los porcentajes en peso que están basados sobre el contenido de cloruro de metal alcalino seco, como siempre habrá rastros de agua presentes). Aún más preferiblemente, la fuente de cloruro de metal alcalino es un cloruro de metal alcalino de pureza elevada, y más preferiblemente cloruro sódico de vacío de pureza elevada u otra fuente de cloruro sódico de pureza similar.

Preferiblemente, la fuente de cloruro de metal alcalino no comprende un complejo de cianuro de hierro tal como ferrocianuro de potasio, ferrocianuro de sodio, ferrocianuro de sodio, debido a que puede ser que tenga una influencia negativa en el consumo de energía del proceso de electrólisis. Sin embargo, si tal complejo de cianuro de hierro fuera estar presente en la fuente de cloruro de metal alcalino, no sería oxidada con cloro activo, puesto que el cloro activo habría sido ya eliminado antes de poder entrar en contacto con el complejo de cianuro de hierro.

La salmuera como se preparó en la etapa (a) contiene preferiblemente por lo menos 200 g/l de cloruro de metal alcalino. Más preferiblemente, la salmuera contiene 300-310 g/l de cloruro de metal alcalino, y más preferiblemente la salmuera es una solución de cloruro de metal alcalino saturada. La etapa (a) puede realizarse adecuadamente a una temperatura de más de 80°C. Por una parte, la temperatura en la etapa (a) puede adecuadamente ser por lo menos temperatura ambiente. Preferiblemente, la etapa (a) se realiza a una temperatura en el intervalo de 20-80°C. Generalmente, la etapa (a) se realizará a presión atmosférica, aunque a presiones altas puede aplicarse, como será claro para un experto. Se observa que la fuente de cloruro de metal alcalino preferiblemente se elige tal que no es necesario realizar una etapa de purificación de salmuera convencional en la salmuera preparada en la etapa (a), tal como por ejemplo como se describe en el documento US 4,242,185, antes de someterla a la etapa (b). En otras palabras, preferiblemente, en la presente invención una etapa de purificación de salmuera en donde la salmuera se mezcla con productos químicos de purificación de salmuera convencionalmente usados, tal como por ejemplo ácido fosfórico, carbonatos álcali, bicarbonatos álcali, fosfatos álcali, fosfatos de ácidos álcali o mezclas de los mismos, están ausentes.

En la etapa (b) la temperatura puede adecuadamente ser de más de 80°C. Por una parte, la temperatura puede ser por lo menos 20°C. Preferiblemente, la etapa (b) se realiza a una temperatura en el intervalo de 20-80°C. La presión en la etapa (b) es adecuadamente de por lo menos 2 bara, y preferiblemente de por lo menos 4 bara. Por una parte, la presión en la etapa (b) es adecuadamente de más de 10 bara, preferiblemente de más de 6 bara. En la etapa (b) la presión está preferiblemente en el intervalo de 2-10 bara, más preferiblemente en el intervalo de 4-8 bara. En la etapa (b) los precipitados alcalinos se eliminan de la salmuera como se preparó en la etapa (a) en presencia de peróxido de hidrógeno o en presencia de más de 5 mg/l de cloro activo por medio de un filtro de carbono activo, y se recupera la salmuera resultante. De acuerdo con la invención la cantidad de iones de metal alcalino puede reducirse considerablemente de estos en la salmuera producida en la etapa (a). Tales precipitados alcalinos incluyen por ejemplo hidróxido de hierro, hidróxido de alúmina, hidróxido de magnesio, y otros hidróxidos de metal. La cantidad de Fe^{3+} presente en la salmuera puede reducirse en la etapa (b) a una cantidad en el intervalo de 10-200 microgramos/l, mientras que la cantidad de Mg^{2+} presente en la salmuera puede reducirse en la etapa (b) a una cantidad en el intervalo de 300-1.000 microgramos/l. En la etapa (b) un filtro de carbono activo también se utiliza para químicamente descomponer y/o eliminar residuos de peróxido de hidrógeno y/o para eliminar residuos de cloro que están todavía presentes en la salmuera después de la etapa (f). De esta manera, el intercambiador de iones que se utilizará en la etapa (c) puede ser protegido adecuadamente. A este respecto se observa que en los procesos conocidos tales residuos son eliminados por el uso de una secuencia de dos filtros convencionales que se han

hecho de por ejemplo del tipo recubrimiento previo o tipo membrana. Se utilizan filtros de carbono a veces en procesos de producción de cloro. En el documento US 4,242,185, por ejemplo, se describe que el carbono activado o carbón activado puede utilizarse para destruir el cloro residual en una corriente de reciclaje reducida en salmuera. Sin embargo, se encontró sorpresivamente que cuando se utiliza de acuerdo con la presente invención, el filtro de carbono también reduce considerablemente la cantidad de iones de metal alcalino del mismo en la salmuera producida en la etapa (a).

Adecuadamente, cualquier filtro de carbono activo puede utilizarse de acuerdo con la presente invención. Preferiblemente, el carbono activo que se utilizará puede ser un carbono activado granular basado en carbón lavado con ácido o un carbono activado proporcionado con una actividad catalítica mejorada para asegurar que el peróxido de hidrógeno y, opcionalmente, cualquier cloro activo se descomponga completamente y no pueda afectar la resina de intercambio iónico usada en la etapa (c). Adecuadamente, la cantidad de salmuera que puede pasarse a través del filtro por hora está en el intervalo de 1-30 volumen de filtro/hora, preferiblemente en el intervalo de 8-15 volumen de filtro/hora.

Cabe señalar que una etapa de decoloración física (por ejemplo utilizando una torre de decoloración) tiende a no utilizarse en el proceso de acuerdo con la presente invención.

En la etapa (c) una etapa de intercambio iónico se realiza para disminuir la cantidad de metales alcalinotérreos presentes en la salmuera a nivel de ppb. La cantidad de iones de M^{2+} (M = metal), tal como iones de Ca^{2+} y Mg^{2+} , puede reducirse a un nivel en el intervalo de 0-20 ppb, mientras la cantidad de estroncio puede reducirse a un nivel menor de 50 ppb. Adecuadamente, en la etapa de intercambio iónico se hace uso de dos o más columnas de intercambio iónico, cuyas columnas de intercambio iónico pueden utilizarse por ciclos. En las columnas puede hacerse uso de resinas de intercambio iónico conocidas, preferiblemente resinas quelantes de intercambio iónico tal como por ejemplo Lewatit® TP208 o Amberlite® IRC748. Adecuadamente, la cantidad de salmuera que puede pasarse a través de cada una de las columnas de intercambio iónico está en el intervalo 10-40 volumen de columna/hora, preferiblemente 15-30 volumen de columna/hora. La temperatura en la etapa (c) puede adecuadamente ser más de 80°C. Por una parte, la etapa (c) puede realizarse adecuadamente a una temperatura de por lo menos 20°C. Preferiblemente, la etapa (c) se realiza a una temperatura en el intervalo de 20-80°C. Adecuadamente, la etapa (c) puede realizarse a una presión de más de 8 bara, preferiblemente a más de 5 bara, más preferiblemente a más de 3.5 bara. Por una parte, la etapa (c) puede realizarse adecuadamente a una presión de por lo menos 1 bara, preferiblemente por lo menos 2.5 bara. Preferiblemente, la etapa (c) se realiza a una presión en el intervalo de 1-5 bara, preferiblemente en el intervalo de 2.5-3.5 bara.

En la etapa (d) por lo menos parte de la salmuera obtenida en la etapa (c) se somete a una etapa de electrólisis de membrana en cuya etapa se forman cloro, hidróxido de metal alcalino, e hidrógeno. El transporte de la etapa de salmuera (a) a la etapa (d) puede realizarse ventajosamente con solamente una bomba. Entre la etapa (c) y etapa (d) se agrega preferiblemente ácido clorhídrico a la salmuera obtenida en la etapa (c). La etapa de electrólisis de membrana de acuerdo con la presente invención se realiza adecuadamente utilizando solamente un electrolizador en vez de dos o más electrolizadores como es el caso en procesos de producción de cloro convencionales. El electrolizador a utilizarse en la etapa (d) puede ser cualquier tipo de electrolizador que se utilice generalmente en una etapa de electrolizado de membrana. Un electrolizador adecuado, por ejemplo, se ha descrito en el documento EP1766104 (A1). La etapa (d) se realiza adecuadamente a una temperatura a más de 95°C, preferiblemente más de 90°C. Por una parte, la etapa (d) se realiza adecuadamente a una temperatura de por lo menos 50°C, preferiblemente por lo menos 85°C. Preferiblemente, la etapa (d) se realiza a una temperatura en el intervalo de 50-95°C, preferiblemente a una temperatura en el intervalo de 80-90°C. Adecuadamente, la etapa (d) se realiza a una presión de más de 2 bara, preferiblemente más de 1.5 bara. Por una parte, la etapa (b) se realiza adecuadamente a una presión de por lo menos 1 bara. Preferiblemente, la etapa (d) se realiza a una presión en el intervalo de 1-2 bara, preferiblemente a una presión en el intervalo de 1.0-1.5 bara.

En la etapa (e) del proceso de la presente invención por lo menos parte del cloro, hidróxido de metal alcalino, hidrógeno y salmuera como se obtuvieron en la etapa (d) se recupera. Preferiblemente, más del cloro, hidróxido de metal alcalino, hidrógeno como se obtuvo en la etapa (d) se recupera en la etapa (e). Con este fin la unidad de electrólisis a utilizarse en la etapa (d) comprenderá una salida para el cloro, una salida para el hidróxido de metal alcalino, una salida para el hidrógeno, y una salida para la salmuera. Por lo menos la parte de la salmuera como se recuperó en la etapa (e) se somete a una etapa de decoloración. Preferiblemente, la mayor parte de salmuera, y más preferiblemente toda la salmuera como se recuperó en la etapa (e) se somete a la etapa de decoloración (f). Preferiblemente, la etapa de decoloración es una etapa de decoloración química la cual se realiza por medio de peróxido de hidrógeno. Preferiblemente, además del peróxido de hidrógeno también se agregó una solución de cloruro de metal alcalina (salmuera) a la salmuera que se recuperó en la etapa (e). La etapa (f) de acuerdo con la presente invención tiene la ventaja que la decoloración puede realizarse utilizando solamente una etapa de decoloración química, mientras que en los procesos de producción de cloro conocidos se requieren una etapa de decoloración física y química. En los procesos conocidos el retiro de cloro de la salmuera se hace normalmente en dos etapas, por ejemplo en la primera etapa por una decoloración al vacío o una etapa de separación de aire y posteriormente por una etapa decoloración química en donde se aplica generalmente sulfito de sodio o bisulfito de sodio.

El sulfito de sodio o bisulfito, sin embargo, tiene la desventaja que reacciona con cloro a cloruro sódico y sulfato de sodio, donde el sulfato de sodio necesita posteriormente eliminarse físicamente de la salmuera, por ejemplo por medio de procesos de nanofiltración seguidos por purgado y/o precipitación del sulfato de sodio.

5 La salmuera a declorinarse en la etapa (f) contiene adecuadamente 200 g/l de cloruro sódico, preferiblemente más de 220 g/l de cloruro sódico. Por una parte, la salmuera a declorinarse en la etapa (f) contiene adecuadamente por lo menos 160 g/l de cloruro sódico, preferiblemente por lo menos 200 g/l de cloruro sódico. En la etapa (f) la salmuera a declorinarse preferiblemente contiene 160-240 g/l de cloruro sódico, y más preferiblemente 200-220 g/l de cloruro sódico.

10 La etapa (f) se realiza adecuadamente a una temperatura de más de 95°C, preferiblemente de más de 90°C. Por una parte, la etapa (f) se realiza adecuadamente a una temperatura de por lo menos 50°C, preferiblemente por lo menos 85°C. Preferiblemente, la etapa (f) se realiza a una temperatura en el intervalo de 50-95°C, mas preferiblemente a una temperatura en el intervalo de 85-90°C. Adecuadamente, la etapa (f) se realiza a una presión de más de 3-6 bara, preferiblemente más de 2.5 bara. Por otra parte, la etapa (f) se realiza adecuadamente a una presión de por lo menos 1 bara, preferiblemente por lo menos 1.2 bara. Preferiblemente, la etapa (d) se realiza a una presión en el intervalo de 1-3 bara, más preferiblemente a una presión en el intervalo de 1.2-2.5 bara.

15 En el proceso de acuerdo con la presente invención por lo menos parte de la salmuera declorinada obtenida en la etapa (f) es reciclada en la etapa (g) a la etapa (a). Preferiblemente, más del 50% de la salmuera declorinada obtenida en la etapa (f) es reciclada en la etapa (g) a la etapa (a). Más preferiblemente, toda la salmuera declorinada obtenida en la etapa (f) es reciclada en la etapa (g) a la etapa (a).

20 En una realización preferida de la presente invención se utiliza peróxido de hidrógeno en tal cantidad en la etapa de declorinación donde la salmuera que es reciclada en la etapa (g) comprende a lo más 5 mg de peróxido de hidrógeno por litro de salmuera, preferiblemente a lo más 3 mg de peróxido de hidrógeno por litro de salmuera, y más preferiblemente a lo más 1 mg de peróxido de hidrógeno por litro de salmuera. En otra realización preferida de la presente invención, se utiliza peróxido de hidrógeno en la etapa de declorinación en tal cantidad que la salmuera que es reciclada en la etapa (g) comprende a lo más 5 mg de cloro activo por litro de salmuera, más preferiblemente a lo más 3 mg de cloro activo por litro de salmuera, y más preferiblemente a lo más 1 mg de cloro activo por litro de salmuera (con cloro activo que expresa la concentración total de oxidantes basados en cloro presentes en la solución).

30 El proceso de acuerdo con la presente invención tiene la ventaja principal que puede realizarse utilizando el control remoto, permitiendo reducirse considerablemente el tiempo de administración y atención. Por lo tanto, el presente proceso se realiza preferiblemente utilizando el control remoto. Además, este proceso es adecuado para realizarse en una pequeña escala. Por lo tanto, el proceso se realiza normalmente en una planta de cloro a pequeña escala que tiene una capacidad máxima de entre 3,000 – 20,000 toneladas métricas de cloro por año, preferiblemente entre 10,000 – 17,000 toneladas métricas de cloro por año.

35 Sorpresivamente, ahora se ha encontrado que el segundo objetivo es realizado cuando se hace uso de un dispositivo específico el cual es controlado remotamente.

40 La presente invención por lo tanto también se relaciona con un dispositivo controlado por ordenador para realizar el proceso de acuerdo con la invención que comprende un recipiente para contener una fuente de cloruro de metal alcalino (2); una unidad de filtro que comunica con el recipiente (7); una unidad de intercambio iónico que comunica con la unidad de filtro (9); una unidad de electrólisis que comunica con la unidad de intercambio iónico (11), la unidad de electrólisis que es proporcionada con una salida para cloro (12), una salida para hidróxido de metal alcalino (14), un salida para hidrógeno (13), y un salida para salmuera (15); una primera bomba para transportar la salmuera desde el recipiente a la unidad de electrólisis (5); opcionalmente, una segunda bomba para transportar la salmuera declorinada desde la unidad de electrólisis al recipiente (18); una o más de las unidades que están equipadas con uno o más sensores para supervisar uno o más parámetros de proceso tal como temperatura, presión, voltaje, o corriente, los sensores que están interconectados con uno o más primeros ordenadores, los primeros ordenadores que están interconectados a una o más segundos ordenadores en un cuarto de control a través de una red de comunicaciones, el cuarto de control que está lejos de la unidad de electrólisis. Los primeros ordenadores son los ordenadores que se ocupan de cuidar el control y salvaguardia del dispositivo.

50 Preferiblemente, los primeros ordenadores se colocan en proximidad cercana del electrolizador, es decir en la misma localización que el dispositivo. Los segundos ordenadores, a través de los cuales los parámetros de proceso pueden analizarse y supervisarse y el proceso de acuerdo con la presente invención controlarse, preferiblemente por uno o más operadores de cloro calificados, se colocan en un cuarto de control que está alejado del dispositivo. El cuarto de control puede estar lejos del dispositivo (es decir la planta de electrólisis), pero aún en el mismo sitio de producción que el dispositivo. Sin embargo, en una realización preferida, el cuarto de control está en un diferente sitio que puede localizarse en el mismo país, pero también en otro país o aún en otro continente. Preferiblemente, el cuarto de control está en el sitio de una planta de electrólisis convencional grande. De este modo, la planta puede controlarse y supervisarse por los operadores de cloro calificados, así asegurando una fuente sin obstrucciones y confiable de

cloro en la localización donde se necesite el cloro. La red de comunicaciones a través de la cual se interconectan los primero y segundo ordenadores puede por ejemplo ser la Internet. Alternativamente, la red de comunicaciones puede ser una extranet o una intranet. Los sensores en las unidades (es decir la unidad de filtro, unidad de intercambio iónico, y/o unidad de electrólisis) son parte de un sistema de supervisión usado convencionalmente en la técnica para supervisar el funcionamiento de una planta de electrólisis. Un sistema de supervisión adecuada, por ejemplo, se ha descrito en el documento US 6,591,199.

El recipiente (2) y/o electrolizador (11) se equipan preferiblemente con por lo menos una cámara y equipo de medición de densidad para supervisar el funcionamiento de la etapa (a). Las cámaras y equipo de medición de densidad están preferiblemente también interconectadas a los primeros ordenadores y posteriormente interconectados a través de una red de comunicaciones a los segundos ordenadores en el cuarto de control remoto. El dispositivo controlado por ordenador para realizar el proceso de acuerdo con la presente invención preferiblemente es una planta de cloro a pequeña escala que tiene una capacidad máxima de entre 3,000 – 20,000 toneladas métricas de cloro por año, preferiblemente entre 10,000 – 17,000 toneladas métricas de cloro por año. El dispositivo preferiblemente es tan compacto como sea posible. Se observa que el dispositivo de acuerdo con la presente invención más preferiblemente no comprende una unidad para decoloración física (por ejemplo una torre de decoloración).

En la figura 1, se muestra esquemáticamente cómo el proceso de la presente invención se lleva a cabo.

A través de un conducto (1) se introduce un cloruro de metal alcalino y se almacena en un recipiente (2), y el cloruro de metal alcalino se disuelve por medio de agua que se introduce en el recipiente (2) por medio de un conducto (3) y/o salmuera reducida que se introduce en el recipiente (2) por medio de un conducto (19). Se introduce la sal preferiblemente en el recipiente (2) directamente desde un camión, vagón de ferrocarril o banda transportadora. La salmuera así obtenida se retira del recipiente (2) a través de un conducto de descarga (4) y pasa a una bomba (5) para transportar la salmuera a través de un conducto (6) a un primer filtro de carbono activo (7). La salmuera obtenida desde el primer filtro de carbono (7) entonces se pasa a través de un conducto (8) a las columnas de intercambio iónico (9), después de lo cual la salmuera se introduce en un electrolizador (11) a través de un conducto (10). A la salmuera en conducto (10) se agrega ácido clorhídrico a través de un conducto (22). En el electrolizador la salmuera se convierte en cloro, hidrógeno, una solución de cloruro de metal alcalino, y una solución de cloruro de metal alcalino reducida. Por lo menos parte del cloro obtenido en el electrolizador (11) se recupera a través de un conducto (12), por lo menos parte del hidrógeno obtenido se recupera a través de un conducto (13), y por lo menos parte del hidróxido de metal alcalino se recupera a través de un conducto (14). La solución de cloruro de metal alcalino reducida obtenida se retira del electrolizador (11) por medio de un conducto (15) e introduce/almacena en un recipiente (16). Desde el recipiente (16) una corriente de la solución de cloruro de metal alcalino reducida entonces se pasa a través de un conducto (17), opcionalmente a través de una bomba (18) para transportar la solución de cloruro de metal alcalino reducida a través de un conducto (19), al recipiente (2). La bomba (18) no es obligatoria. Es también posible, y de hecho preferido, pasar una corriente de la solución de cloruro de metal alcalino reducida desde el electrolizador (11) a través de un conducto (17) al recipiente (2) por medio de gravedad. A la salmuera en el conducto (17) se agrega un hidróxido de metal alcalino a través de un conducto (20) y peróxido de hidrógeno a través de un conducto (21) para establecer la decoloración química de la salmuera. El recipiente (2), el filtro de carbono (también designado como unidad de filtro) (7), las columnas de intercambio iónico (también denotadas como unidad de intercambio iónico) (9), el electrolizador (también designado como unidad de electrólisis) (11), y/o el recipiente (16) se equipan con uno o más sensores para supervisar uno o más parámetros de proceso tal como temperatura, presión, voltaje, o corriente. Los sensores se interconectan con uno o más primeros ordenadores, y los primeros ordenadores se interconectan a uno o más segundos ordenadores en un cuarto de control a través de una red de comunicaciones, con el cuarto de control que está lejos de la unidad de electrólisis. El dispositivo controlado por ordenador para realizar el proceso de acuerdo con la presente invención tiene la ventaja que es compacto, puesto que un par de etapas de proceso que se realizaran en los procesos de electrólisis convencionales se han eliminado o ahora se realizan en un equipo más simple.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para producir cloro, hidróxido de metal alcalino, e hidrógeno que comprende las siguientes etapas:

(a) preparar una salmuera disolviendo una fuente de cloruro de metal alcalino en agua;

5 (b) eliminar los precipitados alcalinos de la salmuera preparada en la etapa (a) en presencia de peróxido de hidrógeno o en presencia de más de 5 mg/l de cloro activo que se descomponen y/o eliminan químicamente por medio de un filtro de carbón activo y recuperan la salmuera resultante;

(c) someter por lo menos parte de la salmuera resultante como se obtuvo en la etapa (b) a una etapa de intercambio iónico;

10 (d) someter por lo menos parte de la salmuera como se obtuvo en la etapa (c) a una etapa de electrólisis de membrana;

(e) recuperar por lo menos parte del cloro, hidróxido de metal alcalino, hidrógeno, y salmuera reducida como se obtuvo en la etapa (d);

(f) someter por lo menos parte de la salmuera reducida como se recuperó en la etapa (e) a una etapa de declorinación química que se lleva a cabo por medio de peróxido de hidrógeno; y

15 (g) reciclar por lo menos parte de la salmuera declorinada obtenida en la etapa (f) a la etapa (a).

2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la etapa (a) se lleva a cabo en un recipiente que contiene la fuente de cloruro de metal alcalino a cuyo recipiente se agrega agua, y la salmuera así obtenida entonces se retira del recipiente.

20 3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la salmuera como se preparó en la etapa (a) es una solución de cloruro sódico saturada.

4. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la etapa (a) se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 20-80°C.

5. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la etapa (b) se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 20-80°C y a una presión en el intervalo de 100-1000 kPa (1-10 bar).

25 6. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la etapa (c) se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 20-80°C y una presión en el intervalo de 100-1000 kPa (1-10 bar).

7. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la etapa (d) se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 80-90°C y una presión en el intervalo de 100-200 kPa (1.0 a 2 bar).

30 8. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la etapa (f) se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 80-90°C y una presión en el intervalo de 100-300 kPa (1-3 bar).

9. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la salmuera en la etapa (f) contiene 170-240 g/l de cloruro de metal alcalino.

35 10. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde el cloruro de metal alcalino es cloruro sódico y el hidróxido de metal alcalino es hidróxido de sodio o el cloruro de metal alcalino es cloruro de potasio y el hidróxido de metal alcalino es potasa cáustica.

40 11. Un dispositivo controlado por ordenador para llevar a cabo un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que comprende un recipiente (2) para contener una fuente de cloruro de metal alcalino; una unidad (7) de filtro que se comunica con el recipiente; una unidad (9) de intercambio iónico que se comunica con la unidad de filtro; una unidad (11) de electrólisis que se comunica con la unidad (9) de intercambio iónico, la unidad (11) de electrólisis está proporcionada con una salida (12) para cloro, una salida (14) para hidróxido de metal alcalino, una salida (13) para hidrógeno y una salida (15) para introducir salmuera reducida en un recipiente (16), un conducto (17) que se comunica con un conducto (20) para añadir un hidróxido de metal alcalino y un conducto (21) para añadir peróxido de hidrógeno con el fin de establecer la declorinación química de la salmuera empobrecida; una primera bomba (5) para transportar la salmuera desde el recipiente (2) a través de un conducto (6) a la unidad de filtro opcionalmente, una segunda bomba (18) para transportar la salmuera declorinada al recipiente (2) a través de un conducto (19); una o más de dichas unidades están equipadas con uno o más sensores para monitorizar uno o más parámetros del proceso tales como temperatura, presión, voltaje o corriente, estando dichos sensores interconectados con uno o más primeros ordenadores, estando dichos primeros ordenadores conectados a uno o

45

más segundos ordenadores en una sala de control a través de una red de comunicación, estando dicha sala de control alejada de la unidad de electrólisis, en donde dicha unidad (7) de filtro es un carbón activado granular a base de carbón lavado con ácido o un carbón activado provisto de una actividad catalítica mejorada para asegurar que el peróxido de hidrógeno y, opcionalmente, cualquier cloro activo están completamente descompuestos.

Figura 1

