

TITULO

Optimización de proceso para la producción de dióxido de cloro

Presentar una invención de optimización de proceso para la producción de dióxido de cloro continuamente por medio de dos compuestos no ácidos, una segunda invención presentar una alternativa de compuesto activo para garantizar pureza, seguridad en el proceso y el resultado de la generación de dióxido de cloro, minimizando subproductos, una tercer invención presentar un equipo versátil de generación de dióxido de forma segura y eficiente de generar y de usar a altas concentraciones brindando la oportunidad a todo el mercado industrial y de manejo de todo tipo de caudales.

RESUMEN

Uno de los temas más discutidos a nivel global es el aumento de demanda en el suministro energético, el uso de sustancias químicas tóxicas controladas, y el impacto que estas ocasionan en la operatividad de las personas a la hora de querer optimizar procesos de tratamiento de agua.

El objetivo de la presente invención es presentar un proceso de producción de dióxido de cloro eficiente con equipos de modo manual y automático acorde a la necesidad, sencillo y seguro de operar, una segunda invención con componentes sencillos de manipular, y el resultado de esta mezcla garantizar un producto final libre de subproductos tóxicos para el agua y los procesos, luego se presenta una tercera invención el equipo transformador de los componentes para la producción de dióxido de cloro con agua de reúso, garantizando ahorro de energía en la operación constante del de la producción del producto final de dióxido de cloro a concentración altas, brindando la oportunidad a todo mercado de la industria y caudales de cualquier tamaño, acueductos rurales y urbanos en cualquier territorio geográfico, garantizando una producción segura y eficiente, de optimizar de optimizar todo tipo de agua al emplear este nuevo modelo integral de producción de dióxido de cloro en sitio. Esto hace que logremos avanzar a un nivel tecnológico con sistemas integrales, protegiendo el medio ambiente aun cuando se sigue empleando compuestos químicos y equipos de generación en sitio a base de energía eléctrica.

Cuando se habla de un sistema integral conservador en el reúso de agua, ahorro de energía en el equipo son factores de impacto ambiental, económico, de seguridad laboral, de impacto psicosocial, con desarrollo tecnológico, toda vez que la producción de dióxido de cloro es necesaria hacerla en sitio, en la planta directa del usuario. Dado que el dióxido de cloro no es estable en almacenamiento, debe producirse en sitio.

La producción continua de dióxido de cloro es alimentada por dos compuestos, el activo y la sal, creando un gas de apariencia color verde formado en un recipiente reactor bajo una reacción exotérmica, produciendo un compuesto final llamado dióxido de cloro. Luego este compuesto producto de la unión de los dos compuestos anteriores del activo y la sal, pasa a un proceso de transformación a estado líquido mediante un mecanismo de absorción y allí es alimentado por una línea de agua para crear el compuesto final de dióxido de cloro en solución acuosa. Esta invención también trata de un equipo quien hace la producción constante de dióxido de cloro, producto de la unión de los dos compuestos del activo y la sal. Este equipo se conecta a sensores de flujo, vacío y presión, temperatura, y transmite señal al sistema inteligente automatizado, que permite regular automáticamente los límites de operación del equipo para la generación de dióxido de cloro,

desarrollando una lógica algorítmica a nivel electrónico que permite detener de manera emergente el equipo, así como dar arranque cuando se tenga la necesidad. La invención describe un equipo con alcance para generar dióxido de cloro a cualquier sector pequeño, mediano y grande industria, así como también caudales de agua rural, urbano potable, residual e industrial y en desinfección de estos sectores a niveles altos de concentración.

ANTECEDENTE DE LA INVENCION

El dióxido de cloro es conocido en el mercado como un oxidante y desinfectante versátil, el dióxido de cloro puede ser empleado en diversos sectores industriales, en procesos de potabilización y desinfección de agua, tratamiento de agua industrial y de proceso, desinfección de áreas, superficies, edificaciones e infraestructura, control de propagación de virus y bacterias y algas, control y remoción de biopelícula, actúa como agente de blanqueo de fibras y papel.

El dióxido de cloro es un gas amarillo-verdoso a temperatura ambiente, estable en la oscuridad, pero inestable en la luz, muy soluble en el agua (20 gr/l) que actúa como radical libre, es una sustancia volátil que no puede ser comprimida ni licuada sin peligro de explosión, por lo que debe ser generado in situ, en el lugar y en el momento de su empleo.

Tiene un alto poder oxidativo que le permite ser ampliamente empleado como agente desinfectante en los procesos de tratamiento de agua, ya que reduce la materia y sustancias orgánicas, además de ser un poderoso biocida. Cuando reacciona en el agua, el dióxido de cloro forma iones de clorito, los cuales son también sustancias muy reactivas. La alta reactividad del dióxido de cloro le permite inactivar bacterias y otros microorganismos en el agua. (Quiros, 2005) (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2016).

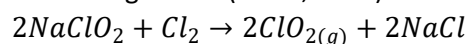
La cantidad de dióxido de cloro que se administrará a un tejido, a una cantidad eficaz, se relacionará con el resultado previsto de la aplicación de dióxido de cloro al tejido. El experto en la técnica puede determinar fácilmente la cantidad apropiada o el intervalo de cantidades de dióxido de cloro que será eficaz para un uso determinado. Generalmente, las cantidades útiles comprenden, por ejemplo, al menos aproximadamente 5 ppm de dióxido de cloro, al menos aproximadamente 20 ppm y al menos aproximadamente 30 ppm. Normalmente, la cantidad de dióxido de cloro puede variar hasta aproximadamente 1000 ppm, hasta aproximadamente 700 ppm, hasta aproximadamente 500 ppm y hasta aproximadamente 200 ppm. En ciertas realizaciones, la concentración de dióxido de cloro varía de aproximadamente 5 a aproximadamente 700 ppm, preferiblemente de aproximadamente 20 a aproximadamente 500 ppm, y más preferiblemente de aproximadamente 30 a aproximadamente 200 ppm de dióxido de cloro. En una realización, la composición comprende de aproximadamente 30 a aproximadamente 40 ppm de dióxido de cloro. En una realización, la composición comprende aproximadamente 30 ppm. En otra realización, la composición comprende aproximadamente 40 ppm. En algunas realizaciones, un rango de dosis útil puede ser desde aproximadamente 2,5 mg de dióxido de cloro por área de contacto (en metros cuadrados) hasta aproximadamente 50 mg/m² dióxido de cloro. También pueden ser útiles dosis de al menos aproximadamente 10 mg/m², al menos aproximadamente 15 mg/m² y al menos aproximadamente 20 mg/m².

Dentro de los métodos de preparación convencionales de dióxido de cloro, existen diferentes procesos tanto químicos como electrolíticos. Por medio de procesos químicos el dióxido de cloro es

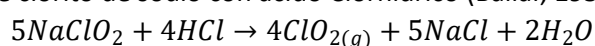
producido a partir de la oxidación del clorito de sodio con cloro gaseoso, ácido clorhídrico o ácido sulfúrico y para aplicaciones de pequeña escala puede utilizarse peróxido de hidrógeno. También se puede producir mediante la reducción del clorato de sodio con metanol, peróxido de hidrógeno, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico o dióxido de azufre, puede generarse también por reducción del clorato de potasio con ácido oxálico.

SISTEMAS DE DOS COMPUESTOS:

- Reacción de clorito con cloro gaseoso (Bailar, 1953)

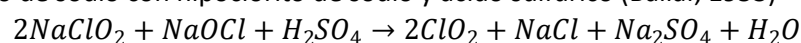


- Reacción de clorito de sodio con ácido Clorhídrico (Bailar, 1953)

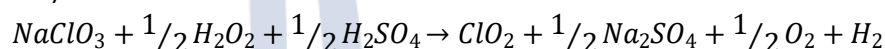


Sistema de tres compuestos:

- Reacción de clorito de sodio con hipoclorito de sodio y ácido sulfúrico (Bailar, 1953)



- Reducción de clorato de sodio con peróxido de hidrogeno bajo una condición acida (Bailar, 1953)



Los métodos convencionales anteriormente presentados son útiles y funcionan, sin embargo, presentan limitantes en la producción de dióxido de cloro. Estos métodos dan como resultado subproductos de generación corrosivos, inseguros o tóxicos, como el cloro y el sulfato de sodio, lo cual hace necesario que al proceso de generación sean añadidos agentes reductores como peróxido de hidrógeno y metanol para su eliminación aumentando los costos de producción y limitando el uso de estas rutas, adicionalmente las reacciones de adición de agentes reductores como el metanol no tienen en cuenta los residuos que este deja en el sistema o equipo empleado para producción de dióxido de cloro en fase gaseosa donde puede ocasionar explosión. Aun con la adición de estos agentes se desconoce la manera en la que se controla la generación de cloro gaseoso dentro de la máquina. (Lenntech, 2022) (Akron, Ohio Patente no EP1787953A2, 2007) (Chemical Book, 2016).

El empleo de ácidos para la generación de dióxido de cloro representa un alto riesgo industrial para el personal operativo que se encarga de su manipulación al tratarse de productos controlados por su naturaleza explosiva de los que se pueden generar fugas de vapores ácidos que afectan la integridad del personal, además de ser potenciales causas de corrosión en equipos e instalaciones.

Debido a lo anterior, el empleo de métodos de producción de dióxido de cloro a partir de ácidos limita el mercado potencial en municipios a nivel rural y urbano; así como en pequeñas y medianas

industrias que no cuenten con los recursos de seguridad y protección del personal para la manipulación de estos sistemas, además si se desea emplear alguna de estas tecnologías a gran escala los riesgos de manipulación, transporte y almacenamiento de sustancias aumentan y se ven limitados respecto a la concentración máxima de producción. Por las características de estos oxidantes y desinfectantes, la temperatura es un factor de seguridad importante que se debe contemplar en el diseño de la producción de Dióxido de Cloro (ClO_2), y estos sistemas no lo contemplan o por lo menos están fuera del límite permisible ya que el dióxido de cloro líquido al 100 % p/p es explosivo a temperaturas superiores de 40 °C y las reacciones de reducción del clorato por ejemplo suceden a más de 60 °C. A mayor concentración y mayor temperatura el Dióxido de Cloro es más explosivo, lo que en la actualidad presenta riesgo de uso, manipulación y su eficiencia no es muy favorable. (Callachan, 2019).

Muchas referencias describen métodos de producción de dióxido de cloro. Sin embargo, estas referencias no han logrado los resultados confiables y el funcionamiento consistente de la presente invención, usando los componentes, equipo y proceso útil adecuado de la presente invención.

Producir dióxido de cloro con rendimientos suficientemente altos y económicos con un mínimo de subproductos indeseables, es parte de la presente invención. También se observa que dadas las regulaciones actualizadas para los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales Clase I de la EPA, como se establece en las recientes reglas sobre subproductos desinfectantes que exigen niveles más bajos de trihalometanos y ácidos haloacéticos, se espera que se favorezca la sustitución de dióxido de cloro por desinfección con cloro en para cumplir con estas nuevas reglas y estándares relacionados. Bajo tal entorno regulatorio, se espera que la presente invención encuentre muchas aplicaciones en nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales de Clase I. Patente # 7,452,511).

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Compuesto 1: Solución de clorito de metal al 25%

Compuesto 2: Solución de sal de sodio del ácido peroxidisulfúrico aproximadamente al 25%

La presente invención descrita, se refiere a un nuevo método de producir de manera segura y eficiente dióxido de cloro in-situ como un oxidante y desinfectante versátil, que reduce los riesgos industriales.

Es la oxidación de clorito de metal con sal de sodio del ácido peroxidisulfúrico en medio acuoso, bajo la reacción $2 \text{NaClO}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow 2 \text{ClO}_2 + 2 \text{Na}_2\text{SO}_4$

La solución de clorito de metal preferiblemente debe estar a una concentración aproximadamente al 25% p/p y la solución de sal de sodio del ácido peroxidisulfúrico a una concentración aproximadamente al 25% p/p. Estos compuestos son diluidos en agua y mezclados en diferentes proporciones según lo requiera la aplicación en el interior de un recipiente de reacción (reactor) en el cual se genera una reacción exotérmica entre los dos compuestos que generara una solución de dióxido de cloro. Por medio de este método se alcanzan concentraciones de hasta 12.000 ppm, brindando más rango de aplicación y uso en desinfección, fuentes de agua, diversos sectores de la industria, pequeños, medianos y grandes caudales de agua potable y residual.

Con este método se busca avanzar en la técnica segura de generación de dióxido de cloro para brindar al personal operativo, administrativo y seguridad ambiental y de trabajo, la seguridad en el uso de este componente final dióxido de cloro y sus componentes durante la mezcla.

Este sistema de generación al no emplear ácidos reduce los riesgos de explosión, facilita la manipulación y almacenamiento de compuestos de generación y no representa fuente de fugas ni emisión de vapores. (Lenntech, 2022) (Chemical Book, 2016).

Otro objetivo de la invención es proveer un equipo de generación de dióxido de cloro para la mezcla segura de los componentes de clorito de metal y sal de sodio del ácido peroxidisulfúrico; diseñado para cubrir las necesidades comerciales del mercado de los diversos sectores industriales, en procesos de potabilización y desinfección de agua, tratamiento de agua industrial y de proceso, desinfección de áreas, superficies, edificaciones e infraestructura, control de propagación de virus y bacterias y algas, control y remoción de biopelícula, actúa como agente de blanqueo de fibras y papel, brindando la oportunidad de obtener este equipo de generación con su método eficiente de proceso de generación de dióxido de cloro, en cualquier tamaño del sector mencionado, sin limitación de producción, proporcionando seguridad y manipulación en el uso de los componentes y en la manipulación como tal del equipo.

EL procedimiento de generación de dióxido de cloro a partir de dos compuestos de sal, en el equipo de generación, es una invención que propone y presenta un avance tecnológico de conservación ambiental, de energía eléctrica, visual, de responsabilidad social y cultural, de impacto económico, con una proyección más responsable en el uso de sustancias químicas, disminuyendo el uso y manipulación de reactivos químicos peligrosas, en el diseño, producción y aplicación de productos químicos más favorables con el medio ambiente. Esta invención permite la evolución y transformación de oxidante y desinfectante como alternativa para la optimización de los procesos de tratamiento de aguas, trabajando arduamente en reducir la toxicidad de los residuos generados durante la producción, y la exposición de los mismos, evitando la formación de subproductos resultado de producción con ácidos, solucionando la necesidad de contar con otros productos químicos para este control de formación secundarios.

Además, en los principios de la Química Verde por (Anasta y Warner), inciden en los efectos ambientales de los procesos químicos, y proponen la utilización de procedimientos que impliquen una disminución del consumo eléctrico.

Se quiere resaltar la optimización del equipo de generación presentando brindar el ahorro de consumo de energía eléctrica durante la producción continua las 24 horas de los 365 días del año, con consumo aproximado del equipo generador de 3.81057 kVA. El equipo generador, el método de generación a partir de sales, y el activo como compuesto efectivo de producción, permite presentar en la presente invención, un procedimiento con compuestos seguros, menos tóxicos por tratarse de sales, brindando seguridad en la forma de producción por el método de generar dióxido de cloro dentro del sistema de generación totalmente sellado, con sus respectiva ventilación, liviano y seguro de transportar, con generación en sitio, brindando al usuario el control de apagado y encendido

cuando lo requiera acorde a la producción, así como de la manipulación para el control de aumento autónomo por sistema de control remoto para el control automático de generación desde la comodidad de su área de control.

La presente invención del equipo de generación de dióxido de cloro quiere está diseñado para la optimización y ahorro eficiente de energía, garantizando operación constante las 24 horas, 365 días del año.

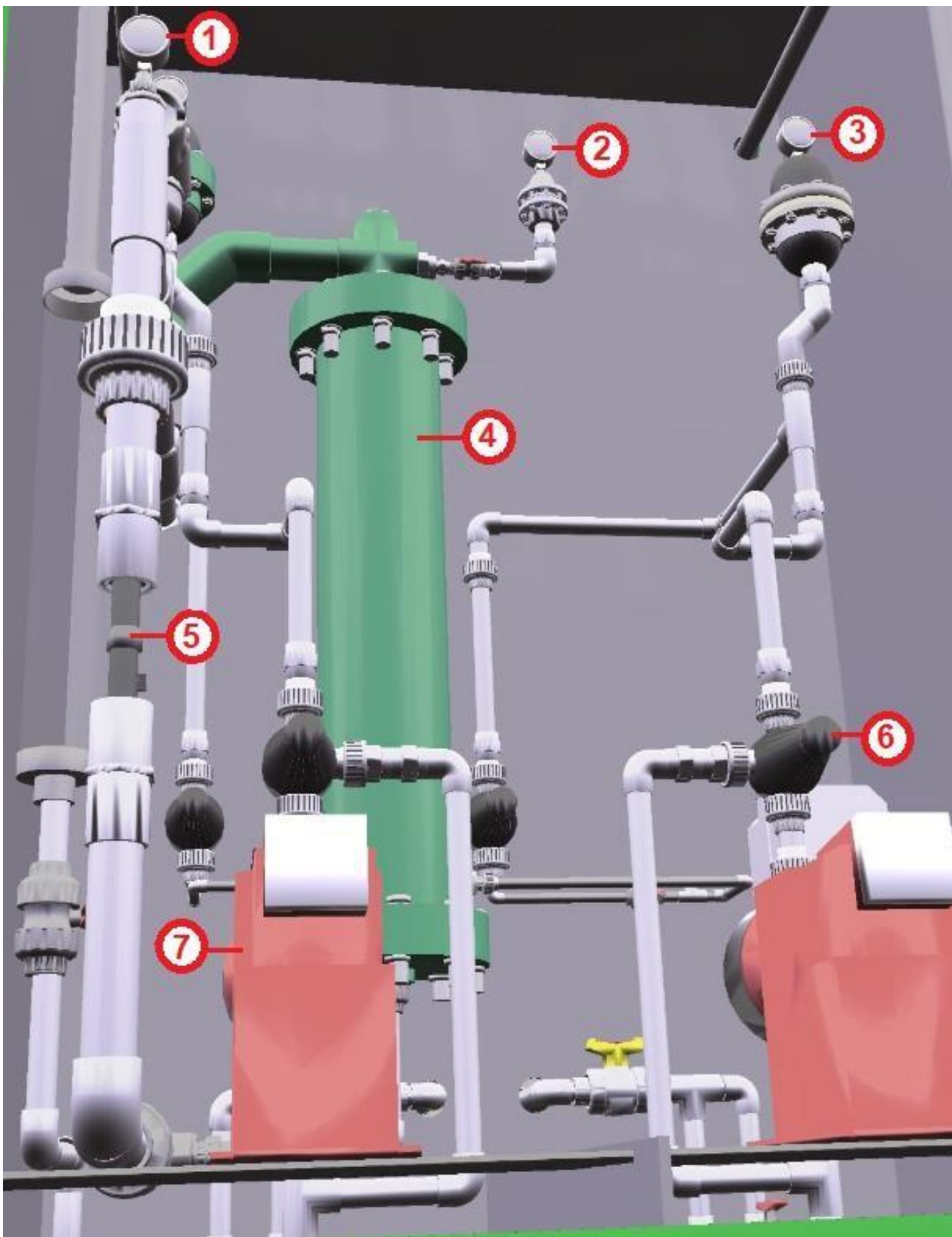
El sodio es un metal alcalino, según la definición de ácido de Bronsted Lowry, el ion sodico no es un ácido. Esto se debe a que la definición de Bronsted Lowry de ácido establece que un ácido es un donante de protones. La sal de sodio, también conocido como ácido cloroso o sal de sodio textona está compuesto de sodio (Na), cloro (Cl) y oxígeno (O_2). La sal sódica del ácido peroxidisulfúrico, no en inflamatorio es un oxidante.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Equipo Generador de dióxido de cloro

1. Trasmisor presión
2. Vacuómetro
3. Válvula de vacío
4. Reactor
5. Medidor de flujo
6. Válvula de regulación
7. Bombas dosificadoras





DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

La invención presenta un equipo integrador de elementos de control que funciona de modo manual y automático. Se ha presentado este modelo a modo manual y automático acorde al requerimiento del mercado, por accesibilidad, costos, minimizar riesgos por falta de energía, operatividad, entre otros.

A continuación, se presenta la descripción funcional de cada elemento, siendo parte del sistema de control y automatización del equipo como se mencionó anteriormente en la presente invención.

Basado en el fundamento anterior se ha diseñado una nueva estructura de generador portátil, el cual está dotado de un controlador PLC y una Pantalla HMI táctil, donde los equipos son controlados y monitoreados. Estos dispositivos instalados dentro del gabinete del generador nos garantizan los parámetros de control y producción segura y eficiente de Dióxido de cloro.

1. Pantalla de proceso. En esta pantalla (Figura 3) del menú general se puede ver en un formato similar a un diagrama de tubería y proceso o P&ID la panorámica general del proceso. En esta pantalla se pueden observar las variables principales de la operación del proceso.

Como indicación visual en el (recuadro A) se puede ver el estatus de la bomba siendo verde en operación y rojo parada.

El objeto resaltado en el (recuadro B) da la indicación visual del modo de operación de las bombas siendo M modo Manual y A modo Automático.

El recuadro C resalta el caudal actual de una de las dos bombas dosificadoras.

El recuadro D resalta la frecuencia actual de la bomba booster la cual es manejada mediante un variador de velocidad. Solo se emplea por requerimiento del usuario

El recuadro E resalta la variable más crítica debido a que para que el proceso se realice de forma adecuada se debe tener un vacío en el transmisor PT2 superior a 16 in (pulgadas) de Hg (mercurio).

El recuadro F resaltan las variables PT1 (presión a la entrada del generador) y FT1 (caudal de dilución). Estas 2 variables son proporcionales a la frecuencia aplicada al variador de velocidad (recuadro D).

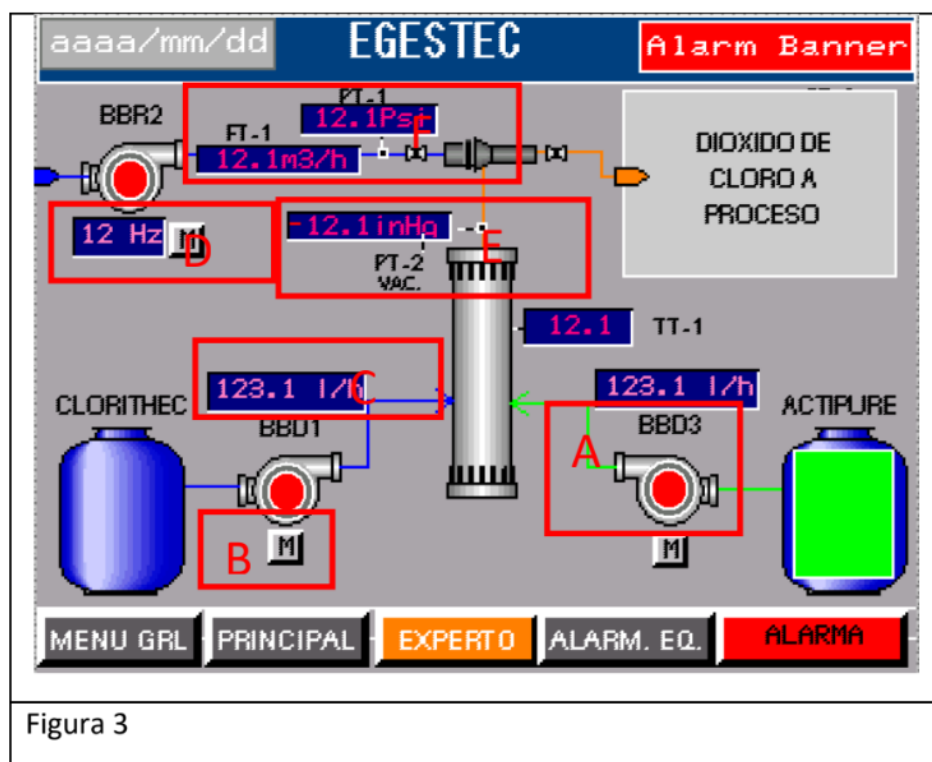


Figura 3

2. Pantalla acumulativa. En esta pantalla de acceso libre (figura 6) del menú general se pueden visualizar los diferentes valores principales del proceso como: tiempo de operación del equipo, el consumo de cada componente y la producido de dióxido en kg. En tiempo real y acumulativo.

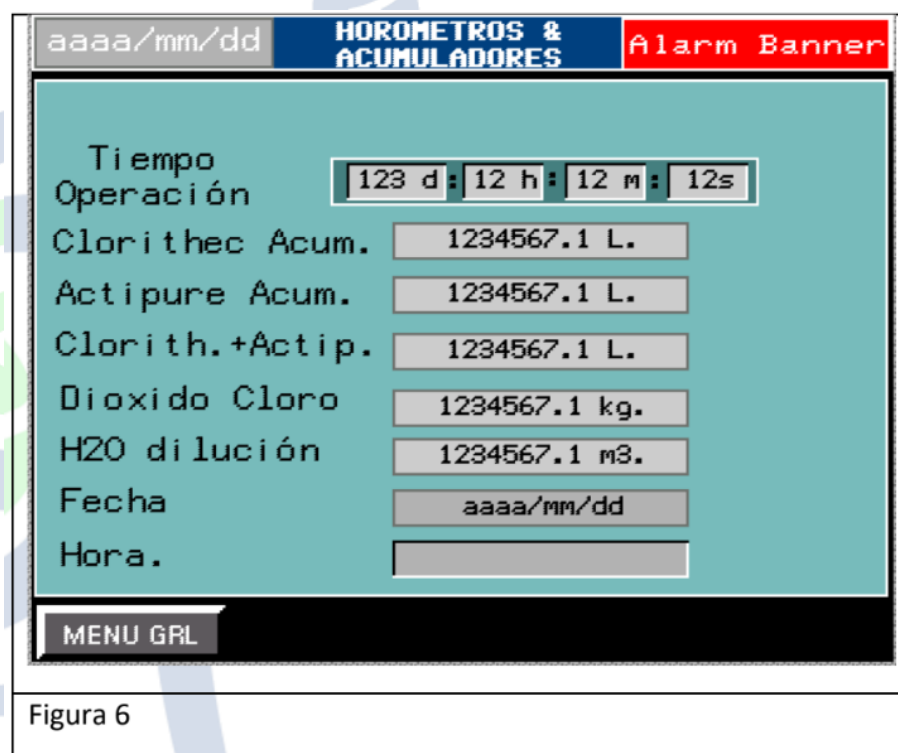


Figura 6

3. Pantalla Bombas. En esta pantalla (Figura 7) del menú experto se pueden habilitar las bombas que se van a usar, también se pueden pasar de modo auto a manual y al hacer click sobre el respectivo icono de despliega el respectivo POPUP de comando de la bomba respectiva. Debido a que el programa puede ser usado para diferentes tamaños de producción, el rango de la escala análoga de las bombas debe coincidir con el resaltado en el recuadro A, aunque las bombas pueden llegar hasta un rango de dosificación requerido.

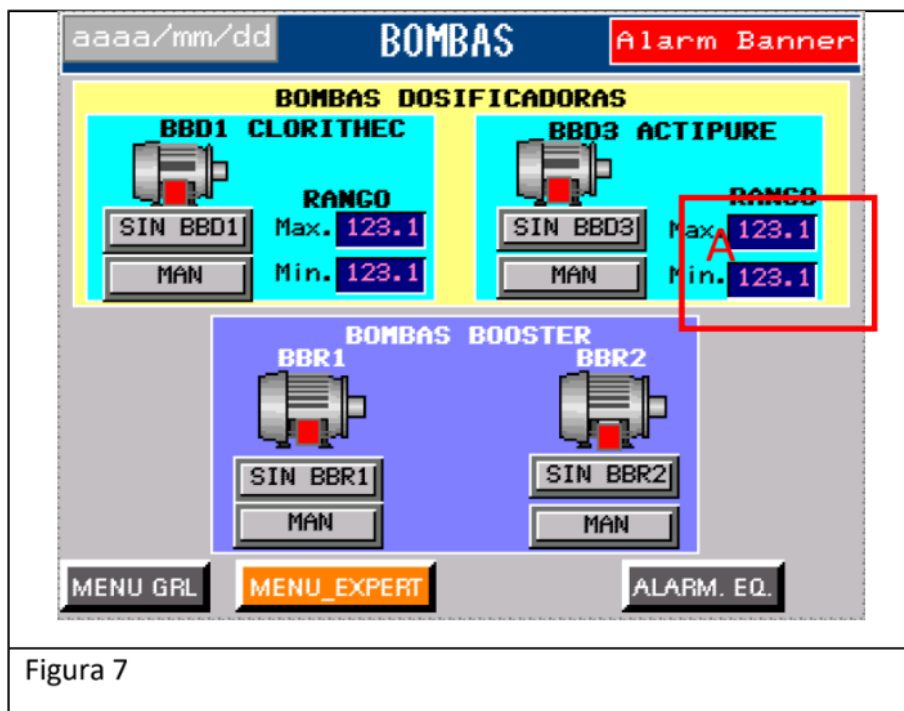


Figura 7

4. Pantalla set de presión. En esta pantalla del menú experto se pueden ingresar los valores deseados límites para las señales de presión que contiene el generador. Siempre que el proceso supera los valores HH y LL se genera parada automática del equipo.

5. Pantalla set de flujo de agua y temperatura. En esta pantalla del menú experto se pueden ingresar los valores deseados límites para las señales de flujo y temperatura que contiene el generador. Siempre que el proceso supera los valores HH y LL se genera parada automática del equipo.

6. Dosificación manual de cada uno de los componentes

Para dosificar manualmente desde el HMI en el menú experto/ bombas (Figura 13) y haciendo uso del comando manual (recuadro B) de las bombas se puede colocar el valor deseado en la casilla SP_M (recuadro A). Al estar en modo manual (recuadro B) Se va a observar que el valor de la casilla SP_M (recuadro A) va a aparecer en la casilla OP (recuadro C).

7. Dosificación automática de cada uno de los componentes

En el HMI siguiendo la ruta Menú Experto/ Menú bombas (Figura 14) al tener las 2 bombas en modo Automático (Recuadro C) se toman automáticamente valores de acuerdo a la receta ingresada en el

menú Recetas (capítulo 2.2.2.) Se va a observar que el valor de la casilla SP_A (recuadro A) va a aparecer en la casilla OP (recuadro B).

SECTOR TECNOLÓGICO

Sector de químicos y agua

