



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 341 010**

(51) Int. Cl.:
A62D 3/00 (2007.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **04809340 .5**

(96) Fecha de presentación : **23.04.2004**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1615703**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2006**

(54) Título: **Tratamiento con vapor activado para neutralizar agentes de armamento.**

(30) Prioridad: **24.04.2003 US 422472**
13.11.2003 US 519868 P

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.06.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.06.2010

(73) Titular/es: **STERIS Inc.**
43425 Business Park Drive
Temecula, California 92590, US
The United States of America as represented by
The Secretary of the Army

(72) Inventor/es: **McVey, Iain, F.;**
Schwartz, Lewis, I.;
Centanni, Michael, A. y
Wagner, George, W.

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 341 010 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

Tratamiento con vapor activado para neutralizar agentes de armamento.

5 Antecedentes del invento

El presente invento se refiere a la técnica de desactivación de agentes de armamento biológico y químico. Encuentra particular aplicación con los agentes neurotóxicos de tipo G, V y H, así como también con los agentes biológicos.

10

Los agentes de armamento químico incluyen los agentes de tipo G, V y H. Los agentes de tipo G contienen fósforo y son líquidos transparentes, incoloros e insípidos que son miscibles en agua y en la mayoría de disolventes. Ejemplos incluyen fosfoamino cianidato de etil-N,N-dimetilo (Tabun o agente GA), ésteres de fosfonofluoridato, tales como fosfonofluoridato de isopropilo y metilo (Sarin o agente GB) y 1,2,2-trimetilpropiléster de ácido metilfosfonofluorídico (Soman o agente GD). GB es inodoro, es el agente neurotóxico más volátil y se evapora aproximadamente con la misma rapidez que el agua. GA posee un ligero olor afrutado y GD tiene un ligero olor a alcanfor. Los agentes de tipo H incluyen sulfuro de di(2-cloroetilo) (gas mostaza o agente HD) y dicloro(2-clorovinil)arsina (Lewisite).

15

Los agentes neurotóxicos de tipo V contienen un grupo amina sustituido e incluyen fosfonotiolatos de metilo que tienen un grupo amino interno. Ejemplos incluyen metilfosfonotiolato de o-etil-s-(2diisopropilaminoetilo) (agente VX), metilfosfonotiolato de o-isobutil-s-(2-dietilo) y metilfosfonotiolato de o,s-dietilo. Los fosfonotiolatos procedentes de productos tóxicos de hidrólisis comprenden ácidos fosfonotioicos. VX es un líquido transparente, de color ámbar, inodoro y oleoso. Es miscible con agua y soluble en todos los disolventes. Es el agente neurotóxico menos volátil.

20

Se han desarrollado oxidantes líquidos que pueden desactivar agentes de armamento biológico. Véase, por ejemplo, el documento US-A-6.245.957 de Wagner y col. En el documento de Wagner, se comenta la pulverización de una disolución líquida oxidante sobre equipamiento de campo que presenta contaminación real o potencial con agentes de armamento químico o biológico. Después del tratamiento, se enjuaga la disolución del equipo con agua que se deja fluir sobre el suelo como residuo no tóxico. Aunque resulta eficaz, la disolución líquida de Wagner presenta inconvenientes. En primer lugar, es difícil que los líquidos penetren en las hendiduras, pequeñas fisuras, conductos y partes parcialmente protegidas o superpuestas. En segundo lugar, en espacios cerrados tales como el interior de aeroplanos, tanques y edificios, la limpieza y eliminación de la disolución líquida puede resultar problemática. En tercer lugar, los líquidos pueden provocar daños sobre algunos equipos, tal como los equipos eléctricos y electrónicos.

25

Los agentes de vesiculación, tal como HD (mostaza de azufre) experimentan oxidación para dar lugar a productos no formadores de vesícula (el sulfuro se transforma en sulfóxido). Mediante la correcta elección de los agentes, se evita la oxidación posterior hasta el producto de sulfona. Esto es preferible ya que tanto el sulfuro como la sulfona presentan propiedades de formación de vesículas; al mismo tiempo, el sulfóxido es no formador de vesículas.

30

El peróxido provoca una reacción de perhidrólisis que neutraliza los agentes neurotóxicos de tipo V, tal como el agente neurotóxico VX. En la reacción de perhidrólisis, el resto peróxido sustituye a uno de los grupos que se encuentran alrededor del átomo de fósforo, en la posición activa de la molécula de agente neurotóxico. La perhidrólisis resulta más eficaz con agentes neurotóxicos de tipo V que la hidrólisis catalizada por base. En presencia de agua, tal como agua y disolución de lavado de amoníaco, la reacción de hidrólisis catalizada por base puede formar EA2192 que también es altamente tóxico. EA2192 es un ácido fosfonotioico que presenta la misma estructura básica que VX con la excepción de que el grupo etoxi terminal se encuentra sustituido por OH.

35

Por otra parte, los agentes G, tal como GD tienden a ser bastante estables en presencia de agua oxigenada. GD no experimenta perhidrólisis autocatalítica que neutraliza la reacción con agua oxigenada. Por el contrario, típicamente los agentes de tipo G experimentan desactivación con agua oxigenada líquida por medio de reacción de catálisis básica. De manera específica, se ha empleado amoníaco para facilitar la hidrólisis de agentes catalizada por base con agua oxigenada líquida, o la perhidrólisis. También se han empleado iones de molibdato en combinación con el agua oxigenada líquida. Se ha comprobado que los iones permolibdato formados desactivan agentes G, V y H.

50

55

El documento US-A-5.998.691 describe la destrucción de agentes de armamento químico (CWA) por medio de una base nitrogenada, que puede ser amoníaco o aminas, seguida de oxidación por parte de agua oxigenada u otros oxidantes. También se describe que la destrucción de CWA por este método no requiere metal activo en combinación con la base nitrogenada. Describe que el amoníaco o las aminas deberían encontrarse en estado líquido y que el agua oxigenada se añade tras la evaporación del amoníaco.

60

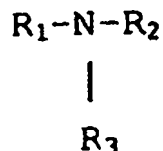
La presente solicitud proporciona un desactivador en fase de vapor que resulta eficaz frente a agentes de tipo G, V y H, así como también frente a agentes biológicos.

65

Sumario del invento

El presente invento se refiere a un método para desactivar un agente químico patógeno que se caracteriza por:

someter el agente químico patógeno a una mezcla gaseosa de peróxido en forma de vapor y compuesto que contiene nitrógeno en forma de gas, siendo la relación de peróxido con respecto a compuesto que contiene nitrógeno de entre 1:1 y 1:0,0001, presentando el compuesto que contiene nitrógeno la fórmula general:



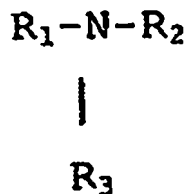
en la que R_1 , R_2 y R_3 se escogen de forma independiente entre H y grupo alquilo.

Además, el presente invento se refiere a un aparato para desactivar un agente químico patógeno que se caracteriza por:

un vaporizador para vaporizar el líquido de agua oxigenada;

un medio para inyectar el líquido de agua oxigenada en el interior del vaporizador con un caudal de 0,4-0,5 gramos/minuto para formar vapor de agua oxigenada;

un tanque de amoníaco gaseoso comprimido (32) o un atomizador (50) que atomice un compuesto líquido que contiene nitrógeno en el interior de una niebla de fórmula general:



en la que R_1 , R_2 y R_3 se escogen de forma independiente entre H y grupo alquilo;

una caja;

un medio para mezclar el vapor de agua oxigenada y el amoníaco gaseoso o la niebla para formar una mezcla gaseosa, siendo la relación de agua oxigenada con respecto a compuesto que contiene nitrógeno de entre 1:1 y 1:0,0001 y suministrar dicha mezcla gaseosa a la caja.

De acuerdo con un aspecto preferido del presente invento, se proporciona un método para la descontaminación de un objeto contaminado con GD. El método incluye poner en contacto el objeto en una caja con un vapor que contiene un peróxido y amoníaco, durante el tiempo suficiente para reducir la concentración de GD a menos que 1% de su concentración inicial, siendo el tiempo para que la concentración alcance 1% de la concentración inicial inferior a 6 horas.

De acuerdo con un aspecto preferido del presente invento, se proporciona un método para desactivar un agente químico patógeno. El método incluye formar un vapor de peróxido, aumentar el pH del vapor con un compuesto elevador de pH y someter el agente químico patógeno al peróxido, al valor de pH elevado, durante el tiempo suficiente para desactivar el agente químico.

De acuerdo con un aspecto preferido del presente invento, se proporciona un método para desactivar la sustancia biológicamente activa. El método incluye someter la sustancia biológicamente activa a una mezcla de compuesto oxidante fuerte y compuesto alcalino, ambos en forma gaseosa.

De acuerdo con aspectos más limitados del presente invento, las superficies se tratan de manera opcional con una combinación de un vapor oxidante y un vapor básico, niebla, o neblina, preferiblemente de amoníaco o de una aquilamina de cadena corta.

Una ventaja de al menos una realización del presente invento reside en su eficacia frente a una amplia variedad de agentes de armamento químico, incluyendo los agentes de tipo V y G, así como también los agentes de armamento biológico.

Otra ventaja de al menos una realización del presente invento reside en su eficacia frente a los agentes de armamento químico y biológico.

Otra ventaja de al menos una realización del presente invento reside en su facilidad de limpieza.

Otra ventaja de al menos una realización del presente invento reside en su compatibilidad con el equipamiento eléctrico.

Otras ventajas del presente invento resultarán evidentes para los expertos comunes en la técnica, tras la lectura y consideración de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas.

20 Breve descripción de los dibujos

El invento puede adoptar la forma de varios componentes y configuración de componentes, así como de varias etapas y configuración de etapas. Los dibujos pretenden únicamente ilustrar una realización preferida y no se pretende que limiten el invento.

La Figura 1 es una ilustración de un diagrama de un sistema de tratamiento de vapor de acuerdo con el presente invento;

La Figura 2 es una realización alternativa del sistema de tratamiento de la Figura 1;

La Figura 3 es otra realización alternativa del sistema de tratamiento de vapor;

La Figura 4 es un esquema de reacción propuesto para la conversión del agente HD en los productos de reacción HDO y HDO₂ en presencia de agua oxigenada;

La Figura 5 es un esquema de reacción propuesto para la conversión del agente VX en VX-Pyro, EMPA y otros productos de reacción en presencia de agua oxigenada;

La Figura 6 es un esquema de reacción propuesto para la conversión del agente GD en PPMA en presencia de agua oxigenada y amoníaco o amina;

La Figura 7 es un diagrama de porcentaje de HD y de HDO frente a tiempo, en presencia de vapor de agua oxigenada y amoníaco;

La Figura 8 es un diagrama de porcentaje de VX, VX-Pyro y EMPA frente a tiempo, en presencia de vapor de agua oxigenada sin amoníaco;

La Figura 9 es un diagrama de porcentaje de VX, VX-Pyro y EMPA frente a tiempo en presencia de vapor de agua oxigenada con amoníaco;

La Figura 10 es un diagrama de porcentaje de GD y PMPA frente a tiempo, en presencia de vapor de agua oxigenada con amoníaco; y

La Figura 11 es un diagrama de porcentaje de GD y PMPA frente a tiempo, en presencia de vapor de agua oxigenada con amoníaco, en condiciones controladas de agua.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Con respecto a la Figura 1, la caja de tratamiento 10 recibe o constituye en sí mismo una estructura potencialmente contaminada con sustancias activas biológicamente, en particular agentes de armamento biológico o químico. Típicamente, las sustancias activas biológicamente incluyen patógenos, biotoxinas, priones, esporas, agentes químicos y similares. Agentes químicos típicos incluyen agentes de vesiculación de tipo H tales como gas mostaza y agentes neurotóxicos de tipo V y G.

La cámara o caja de tratamiento 10, en una realización, es una cámara específica que se adapta para recibir los objetos a tratar y a continuación se sella. Los objetos a descontaminar pueden incluir equipamiento, armas, prendas de ropa, instrumentación médica y similares. La cámara puede ser una estructura fija, una tienda que se monta alrededor

ES 2 341 010 T3

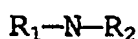
del objeto a tratar, una cámara móvil o similar. En otra realización, la caja incluye el interior de un almacén, habitación, avión, barco, tanque u otro vehículo cuyas superficies interiores u objetos son objeto de tratamiento.

El ventilador o dispositivo impelente 12 libera un gas ambiental, típicamente aire, a partir de la caja 10 a través del filtro 10 de riesgo biológico o químico. Un dispositivo 16 de destrucción catalítica provoca la ruptura del agua oxigenada para dar lugar a la formación de vapor de agua. El dispositivo de secado 18 retira el vapor de agua del gas recirculado con el fin de controlar la humedad del gas portador.

Se suministra aire filtrado y seco u otro gas portador al vaporizador 20, que vaporiza el oxidante líquido, preferiblemente una disolución de agua oxigenada, a partir de una fuente 22 de agua oxigenada líquida. En particular, el vaporizador proporciona calor al oxidante líquido para convertirlo en forma de vapor. El calor aplicado es suficiente para vaporizar el agua oxigenada y el agua sin dar lugar a la descomposición prematura del agua oxigenada.

Mientras que se hace una referencia particular a peróxidos, en particular a agua oxigenada, también se contemplan otros oxidantes fuertes tales como hipocloritos, disoluciones de ozono y perácidos, tales como ácido peracético. De manera opcional, se mezcla un codisolvente, tal como un alcohol, con el oxidante líquido. La válvula 24 u otro medio de control apropiado regula la velocidad a la que se vaporiza el agua oxigenada líquida.

Se alimenta el vapor de agua oxigenada en el interior de una cámara o región de mezcla 30 en la que tiene lugar la homogeneización del vapor de agua oxigenada y la mezcla de aire con un gas básico, niebla o neblina (todos ellos referidos en la presente memoria como estados gaseosos, a menos que se indique lo contrario), preferiblemente gas de amoníaco. No obstante, también se contemplan otros compuestos que contienen nitrógeno capaces de aumentar la velocidad de degradación de al menos una sustancia biológicamente activa y/o de reducir la concentración de al menos un producto patógeno de la degradación de la sustancia biológicamente activa, tal como alquilaminas de cadena corta, por ejemplo, alquilaminas C_1-C_8 . A continuación, se puede describir el compuesto activo que contiene nitrógeno por medio de la fórmula general:



donde R_1 , R_2 y R_3 se escogen de forma independiente entre H y un grupo alquilo. El grupo alquilo puede estar o no sustituido. Sustituyentes apropiados son aquellos que no afectan negativamente a la actividad catalítica del compuesto que contiene nitrógeno. Preferiblemente, el compuesto que contiene nitrógeno es uno capaz de persistir en la fase vapor de agua oxigenada o en contacto con la sustancia biológicamente activa durante el tiempo suficiente para actuar como acelerador en el proceso de degradación del agente con peróxido. Alquilaminas apropiadas incluyen metilamina, etilamina, propilamina, butilamina, dimetilamina, metiletilamina, dietilamina, sus combinaciones y similares.

En la realización que se muestra en la ilustración, se suministra gas de amoníaco (u otro compuesto que contiene nitrógeno) a partir de una fuente o reserva 32, tal como un tanque de alta presión que contiene gas de amoníaco comprimido. Una válvula de control o reguladora 34 controla la cantidad de vapor de amoníaco suministrada a la zona de mezcla 30. Con carácter inmediato, la mezcla de amoníaco y vapor de agua oxigenada es suministrada de forma continua a la cámara de tratamiento 10. De manera opcional, se monta un filtro 36 de contaminante biológico o químico en la entrada de la cámara.

En una realización, se mezclan agua oxigenada y amoníaco justo antes o en el momento en que entran en la caja 10. En una realización específica, se introducen en la caja a lo largo de las tuberías de fluido separadas y se mezclan en el interior de la caja.

El controlador 40 se encuentra conectado con uno o más monitores 42 dispuestos en la cámara de tratamiento 10 para registrar las condiciones ambientales. En base a las condiciones ambientales registradas, el controlador regula una o más válvulas de control 24 y 34 con el fin de establecer una o más de las concentraciones relativas de agua oxigenada y de vapor de amoníaco, el dispositivo impelente 12 para controlar la cantidad de flujo de aire, los ventiladores 44 de la cámara para distribuir el gas de tratamiento alrededor de la cámara, y similares. Preferiblemente, el controlador 40 regula las válvulas 24, 34 de manera que la mezcla de vapor de peróxido y amoníaco de la zona de mezcla 30 alcance una concentración de amoníaco dentro del intervalo de 1 a 0,0001 veces la concentración nominal de vapor de peróxido.

En una realización, la concentración de amoníaco de la cámara de tratamiento 10 es de al menos 1 ppm en peso. La concentración de amoníaco en la cámara de tratamiento 10 puede ser de hasta alrededor de 100 ppm, en peso. En una realización específica, la concentración de amoníaco en la cámara de tratamiento 10 está dentro del intervalo de 3-200 ppm, en peso. En una realización, la concentración de agua oxigenada es de al menos 50 ppm en peso (0,67 mg/l). La concentración de agua oxigenada en la cámara de tratamiento 10 puede ser de hasta alrededor de 3600 ppm, en peso

ES 2 341 010 T3

(5 mg/l), o mayor. En una realización específica, la concentración de agua oxigenada en la cámara de tratamiento 10 está dentro del intervalo de 200-1000 ppm, en peso. Por ejemplo, la concentración de amoníaco puede ser de alrededor de 8 ppm y la de agua oxigenada de alrededor de 600 ppm. Para conseguir tales concentraciones en la caja pequeña de alrededor de 0,1-0,2 m³, se requiere un caudal de alrededor de 0,03-0,05 m³/minuto de vapor de agua oxigenada y gas portador. Se puede introducir NH₃ en el interior de la corriente VHP a alrededor de 0,18 ml/min justo antes de su entrada en la caja. Para cajas de tamaño mayor, pueden resultar apropiados caudales mayores.

En una realización, se rellena el agua oxigenada de forma intermitente o continua con el fin de mantener un intervalo deseado de concentración en el interior de la caja 10. En otra realización, se sella la caja una vez que la concentración de agua oxigenada y/o de amoníaco ha alcanzado el nivel deseado, o un pequeño tiempo después. Se deja disminuir la concentración de forma natural con el tiempo debido a la descomposición. Por ejemplo, se puede introducir agua oxigenada y amoníaco en la caja durante un período inicial de alrededor de cuatro a seis horas y posteriormente se sella la caja, permitiendo de este modo la destrucción de cantidades residuales de agentes químicos y de sus productos de reacción patógenos, durante un período posterior de alrededor de diez a veinte horas. Se puede desconectar el vaporizador después del período inicial y usar para descontaminar otra caja.

Por medio de un dispositivo de calentamiento 46, se puede mantener la caja 10 a temperatura ambiente o a alrededor de temperatura ambiente (alrededor de 15-30°C), preferiblemente, alrededor de 23-25°C.

En la realización de la Figura 1, se muestra un sistema de bucle cerrado en el que el gas portador es recirculado y usado de nuevo. De manera alternativa, se puede emplear un sistema de bucle abierto, a través del cual se suministra aire atmosférico limpio al vaporizador, preferiblemente sometido a filtrado y seco, y el aire que abandona la cámara es filtrado para evitar que los contaminantes biológicos o químicos escapen o sean liberados a la atmósfera.

Con referencia a la Figura 2, se muestra un sistema de bucle abierto. El dispositivo impelente 12 hace pasar el aire a través del filtro 14 y, de manera opcional a través de un deshumificador, antes de impulsarlo a través del vaporizador 20. Una fuente 22 de vapor de peróxido y una fuente 34 de compuesto que contiene nitrógeno activo proporcionan el peróxido líquido y el compuesto que contiene nitrógeno al vaporizador. De manera alternativa, cuando el compuesto que contiene nitrógeno es líquido, se pueden proporcionar vaporizadores independientes para cada uno. Es posible inyectar por separado el peróxido y el compuesto que contiene nitrógeno, haciendo uso del gas portador, en el interior de la región de mezcla. Otra posibilidad consiste en suministrar al vaporizador, por separado, el compuesto que contiene nitrógeno y el peróxido, en forma de líquidos. Se conecta la salida del vaporizador a una región interior cuyas superficies se desea descontaminar.

Con referencia a la Figura 3, se filtra 14 el gas portador, se destruye el peróxido 16 y se seca 18. El dispositivo impelente 12 conduce el gas seco hasta el vaporizador 20, que vaporiza el peróxido líquido a partir de la fuente 22. El vapor de peróxido es suministrado directamente a la región de tratamiento 10. Un atomizador 50 recibe la disolución alcalina líquida de la reserva 52, la somete a atomización para dar lugar a una neblina y la introduce en el interior de la cámara 10. De manera opcional, una parte del gas portador fluye a través del nebulizador con el fin de conducir y transportar la neblina a lo largo de toda la cámara. De forma alternativa, se puede vaporizar la disolución alcalina. Disoluciones alcalinas apropiadas incluyen disoluciones acuosas de potasio y de otros carbonatos, molibdatos, sales de amonio y similares.

En otra realización, se introducen secuencialmente el vapor de agua oxigenada y el amoníaco. Por ejemplo, se añade primero el amoníaco. Transcurrido el período de tiempo suficiente para que el amoníaco circule a través de la caja 10, se deja fluir el agua oxigenada hacia el interior de la caja.

En otra realización, se genera *in situ* al menos uno de vapor de agua oxigenada y amoníaco, en el interior de la caja.

El vapor de agua oxigenada solo es relativamente eficaz frente a los agentes de vesiculación, HD, y frente a los agentes neurotóxicos, tales como VX, que muestran oxidación selectiva y perhidrólisis selectiva. Mediante la adición de amoníaco al sistema de vapor, también se puede llevar a cabo la desactivación de GD basada en hidrólisis. También se han encontrado mejoras en las velocidades de desactivación de los agentes de vesiculación y de los agentes neurotóxicos.

Sin pretender limitar el alcance del invento, se piensa que, bajo exposición a vapor de agua oxigenada, se produce la oxidación selectiva de HD para dar lugar a un sulfóxido no formador de vesículas, HDO (Figura 4), evitando la generación de una sulfona formadora de vesículas (HDO₂). Esta reacción con el agua oxigenada vaporizada tiene lugar de forma rápida, más rápidamente con vapor que con disoluciones líquidas de agua oxigenada. La transferencia de masa de agua oxigenada entre el vapor y el agente líquido da lugar a la acumulación de agua oxigenada en la fase líquida, lo que provoca que la oxidación tenga lugar de forma rápida. El exceso de oxidante disuelto garantiza que el proceso de oxidación tenga lugar de forma completa.

En las disoluciones líquidas de peróxido neutras, se entiende que VX experimenta perhidrólisis autocatalítica parcial debido a la basicidad de su grupo amina. El VX actúa para auto-activar el peróxido por medio de protonación del grupo amina. En presencia de activadores que modifican el pH del peróxido hasta valores básicos, la perhidrólisis avanza hasta que se produce la destrucción completa.

ES 2 341 010 T3

Cuando tiene lugar la exposición a vapor de agua oxigenada, es entiendo que VX experimenta perhidrólisis similar, provocando la basicidad del grupo amina de la molécula de VX que tenga lugar la perhidrólisis autocatalítica (Figura 5). Se pueden formar varios intermedios de reacción, con diferente toxicidad, incluyendo fosfonato de etilo y metilo (EMPA) y VX-pyro, un intermedio tóxico. No obstante, se rellena agua oxigenada de forma constante por medio de transferencia de masa entre el agente líquido y el vapor que fluye sobre él, manteniendo el suministro de anión peroxilo adecuado para la reacción. Los productos ácidos que se generan mediante perhidrólisis son volátiles, y son transportados por medio del vapor que fluye. A diferencia de los líquidos estancados, esta retirada de los productos ácidos evita que se acumulen y que el valor de pH se reduzca hasta un punto en el que la reacción se pare.

Se ha comprobado que la presencia adicional de amoníaco aumenta la velocidad de degradación de VX gracias al vapor de agua oxigenada, así como también reduce la concentración de subproductos tóxicos. La reacción es selectiva para el EMPA no tóxico. Se forma poco o nada de EA-2192. El VX-pyro tiende a ser detectado únicamente como intermedio no persistente. Se sugiere que el compuesto que contiene nitrógeno proporciona un pH que es más básico que el del agua oxigenada sola, favoreciendo de este modo el transcurso de la reacción hasta la obtención de EMPA.

GD no tiende a experimentar perhidrólisis autocatalítica importante con agua oxigenada ya sea líquida o vaporizada. No obstante, GD es susceptible de desactivación por medio de hidrólisis catalizada por base y de perhidrólisis. En disolución, la perhidrólisis es alrededor de cuatro veces más rápida que la hidrólisis catalizada por base. Tanto la hidrólisis como la perhidrólisis dan lugar a la formación de los mismos productos de inactivación no tóxicos. El GD expuesto a agua oxigenada y amoníaco o a alquilaminas de cadena corta que aumentan el pH experimenta perhidrólisis rápida y/o hidrólisis, siempre y cuando el pH permanezca en valores elevados (Figura 6). Mayoritariamente, el producto de reacción es ácido pinacolilmetilfosfónico (PMPA). La exposición única a vapor de agua oxigenada no provoca la perhidrólisis. No obstante, cuando se añade amoníaco al vapor de agua oxigenada, tiene lugar la hidrólisis para formar los productos de inactivación no tóxicos. Debido a que los agentes-G son higroscópicos, el amoníaco tiende a ser absorbido fácilmente en la humedad retenida por el agente-G procedente del vapor de agua oxigenada. La reacción de hidrólisis es el resultado de la basicidad del amoníaco y de la presencia de agua que es absorbida en el líquido GD higroscópico.

Puede apreciarse que durante el tratamiento con vapor de agua oxigenada/amoniaco también se destruyen otros agentes de armamento químico susceptibles de oxidación y/o de perhidrólisis, incluyendo, pero no limitándose a, cloruro de cianógeno, ácido cianhídrico, bencilato de 3-quinuclidinilo (Agente BZ).

Al tiempo que se hace referencia a la destrucción de agentes de armamento químico, el método también resulta apropiado para la destrucción de agentes de armamento biológico, tales como esporas bacterianas, bacterias vegetativas, virus, mohos y hongos capaces de matar o provocar graves lesiones en mamíferos, particularmente en humanos. Entre ellos se encuentran virus, tales como encefalomiелitis equina y viruela; bacterias, tales como las provocan peste (*Yersina pestis*), carbunco (*Bacillus anthracis*) y tularemia (*Francisella tularensis*); y hongos, tales como coccidioidomicosis; así como también productos tóxicos expresados por microorganismos; por ejemplo, la toxina del botulismo expresada por *Clostridium botulinum bacterium*.

Se ha comprobado que es posible desactivar un amplio espectro de agentes biológicos y químicos (es decir, reducir su concentración original a menos que 1% en peso y preferiblemente, reducir a niveles no detectables) empleando la mezcla en forma de vapor de agua oxigenada y amoníaco, durante un período de tiempo relativamente corto, preferiblemente no mayor que diez horas, y, más preferiblemente, no mayor que seis horas. Es posible desactivar algunos agentes químicos, tales como HD, en períodos de tiempo más reducidos, por ejemplo, de 2 a 6 horas. Preferiblemente, la concentración de intermedios patógenos, por ejemplo, VX-pyro, es reducida a menos que alrededor de 5% del peso original del agente químico en un período no mayor a alrededor de 24 horas.

Sin pretender limitar el alcance del invento, los siguientes ejemplos demuestran la eficacia de la combinación de agua oxigenada y amoníaco a la hora de desactivar los agentes de armamento químico.

Ejemplos

Se depositan por separado los agentes químicos VX, GC y HD sobre papel de filtro de vidrio (5 μ l del agente). Se coloca la muestra en una cámara 10 de 0,15 m³ que se encuentra conectada con un vaporizador STERIS M-100 VHP®. El vaporizador genera agua oxigenada a partir de una disolución que comprende 35% de agua oxigenada en agua. Se emplea aire de la cámara como gas portador. Se utiliza un caudal de alrededor de 0,3 m³/minuto. Se inyecta agua oxigenada en el interior del gas portador a un caudal de 0,4-0,5 g/minuto, dando lugar a una concentración de agua oxigenada medida dentro de la cámara de alrededor de 600 ppm. Se introduce gas de amoníaco en el agua oxigenada y en la corriente de gas portador justo antes de su entrada en la cámara, a una concentración de 0,18 ml/min, dando lugar a una concentración calculada de amoníaco de alrededor de 8 ppm. Se expone la muestra al vapor de agua oxigenada y amoníaco en la cámara durante un período de tiempo escogido de alrededor de 0,5 a alrededor de 4 horas a una temperatura de alrededor de 23°C a alrededor de 25°C.

Las muestras expuestas y las no expuestas se someten a extracción con disolvente y se analiza el contenido de agente residual y de productos de reacción en el extracto por medio de RMN.

Se llevaron a cabo experimentos similares al descrito anteriormente, pero sin amoníaco.

ES 2 341 010 T3

La Figura 7 es un diagrama del porcentaje, en peso, de HD inicial detectado y porcentaje de producto de reacción de HDO (expresado como porcentaje de HD inicial), frente a tiempo, en presencia tanto de agua oxigenada como de amoníaco. Puede observarse que el HD no es detectable después de un período de dos horas. Un parte importante (alrededor de 45%) es convertida en HDO.

La Figura 8 muestra el resultado para VX en presencia de agua oxigenada sin amoníaco, así como también para los productos de reacción VX-pyro y EMPA. Aunque la disminución inicial en VX es relativamente rápida, los niveles de VX disminuyen por completo transcurridas aproximadamente 24 horas. En este momento, el producto es EMPA. Se detecta VX-pyro como producto intermedio, que alcanza un pico de concentración transcurridas alrededor de seis horas y posteriormente decrece.

La Figura 9 muestra los resultados comparables para VX en presencia tanto de agua oxigenada como de amoníaco. En este caso, la velocidad de descomposición de VX es mucho mayor que sin amoníaco, disminuyendo hasta niveles no detectables transcurridas alrededor de 6 horas. Transcurridas 24 horas, todos los productos de reacción se encuentran en forma de EMPA.

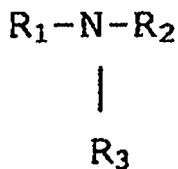
La Figura 10 muestra los resultados para GD en presencia de agua oxigenada y amoníaco. La concentración de GD disminuye hasta niveles no detectables transcurridas alrededor de 4 horas. No se detecta nada de PPMA. Esto puede ser debido a la evaporación del producto de reacción a partir de la muestra.

La Figura 11 muestra resultados comparables para GD en presencia de amoníaco y vapor de agua como control.

REIVINDICACIONES

1. Un método para desactivar un agente químico patógeno que se **caracteriza** por:

someter el agente químico patógeno a una mezcla gaseosa de un peróxido en forma de vapor y compuesto que contiene nitrógeno en forma de gas, siendo la relación de peróxido con respecto a compuesto que contiene nitrógeno de entre 1:1 y 1:0,0001, siendo la fórmula general del compuesto que contiene nitrógeno:



en la que R₁, R₂ y R₃ se escogen de manera independiente entre H y un grupo alquilo.

2. El método de la reivindicación 1, que además se **caracteriza** porque:

el peróxido incluye agua oxigenada.

3. El método de la reivindicación 1 ó 2, que además se **caracteriza** porque:

el peróxido se encuentra en forma de vapor.

4. El método de la reivindicación 3, que además se **caracteriza** por:

vaporizar el compuesto líquido de peróxido para formar un vapor de peróxido.

5. El método de la reivindicación 1, que además se **caracteriza** porque:

el compuesto que contiene nitrógeno incluye amoníaco.

6. El método de la reivindicación 1, que además se **caracteriza** porque:

el compuesto que contiene nitrógeno incluye una alquilamina.

7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que además se **caracteriza** porque:

el gas de amoníaco y el vapor de agua oxigenada están presentes en una relación de entre 1:1 y 0,0001:1,0.

8. El método de la reivindicación 1, que además se **caracteriza** porque:

el compuesto que contiene nitrógeno se encuentra en una concentración de al menos 1 ppm en la mezcla gaseosa.

9. El método de la reivindicación 8, que además se **caracteriza** porque:

la concentración del compuesto que contiene nitrógeno es menor que 100 ppm.

10. El método de la reivindicación 9, que además se **caracteriza** porque:

la concentración del compuesto que contiene nitrógeno es de al menos 3 ppm en la mezcla gaseosa y menor que 20 ppm.

ES 2 341 010 T3

11. El método de la reivindicación 10, que además se **caracteriza** porque:

el compuesto que contiene nitrógeno incluye amoníaco en una concentración de 8 ppm.

12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 8 a 11, que además se **caracteriza** porque:

la concentración de peróxido es de al menos 50 ppm en la mezcla gaseosa.

13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 8 a 12, que además se **caracteriza** porque:

la concentración de peróxido es menor que 1000 ppm en la mezcla gaseosa.

14. El método de la reivindicación 12, que además se **caracteriza** porque:

la concentración de peróxido es de al menos 400-800 ppm en la mezcla gaseosa.

15. El método de la reivindicación 14, que además se **caracteriza** porque:

el compuesto que contiene nitrógeno incluye amoníaco en una concentración de 3-20 ppm.

16. El método de la reivindicación 15, que además se **caracteriza** porque:

la temperatura es de 23-25°C.

17. El método de la reivindicación 15 ó 16, que además se **caracteriza** porque:

el peróxido incluye agua oxigenada en una concentración de 600 ppm en la mezcla gaseosa.

18. El método de la reivindicación 17, que además se **caracteriza** porque:

el compuesto que contiene nitrógeno incluye amoníaco en una concentración de 8 ppm en la mezcla gaseosa.

19. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, que además se **caracteriza** porque:

la concentración de peróxido es de al menos 200 ppm en la mezcla gaseosa.

20. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 8 a 19, que además se **caracteriza** porque:

la mezcla gaseosa además incluye un gas portador.

21. El método de la reivindicación 20, que además se **caracteriza** porque:

el gas portador incluye aire.

22. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-21, que además se **caracteriza** porque:

el agente químico incluye al menos uno de los agentes químicos de tipo G, tipo V y tipo H y sus combinaciones.

23. El método de la reivindicación 22, que además se **caracteriza** porque:

el agente químico incluye un agente químico de tipo G y el método incluye poner en contacto el agente químico patógeno con el compuesto que contiene nitrógeno y el peróxido durante el tiempo suficiente para reducir el agente de tipo G hasta un nivel menor que 1% de su concentración original.

ES 2 341 010 T3

24. El método de la reivindicación 22 ó 23, que además se **caracteriza** porque:

el tiempo de contacto es de hasta seis horas.

5

25. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-24, que además se **caracteriza** por:

mantener la temperatura durante la etapa de puesta en contacto a alrededor de 15°C a 30°C.

10

26. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-25, que además se **caracteriza** porque:

el compuesto que contienen nitrógeno es un líquido y el método además incluye vaporizar el líquido en un vaporizador.

15

27. El método de la reivindicación 1, en el que el agente químico incluye éster 1,2,2-trimetilpropílico de ácido metilfosfonofluorídico (agente GD) y el compuesto que contiene nitrógeno incluye amoníaco y un objeto se encuentra contaminado con GD, **caracterizándose** dicho método por:

20

poner en contacto el objeto en el interior de una caja (10) con vapor que contiene un peróxido y amoníaco, durante el tiempo suficiente para reducir la concentración de GD a menos que 1% de su concentración inicial, siendo el tiempo requerido para que la concentración alcance 1% de su valor inicial inferior a 6 horas.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

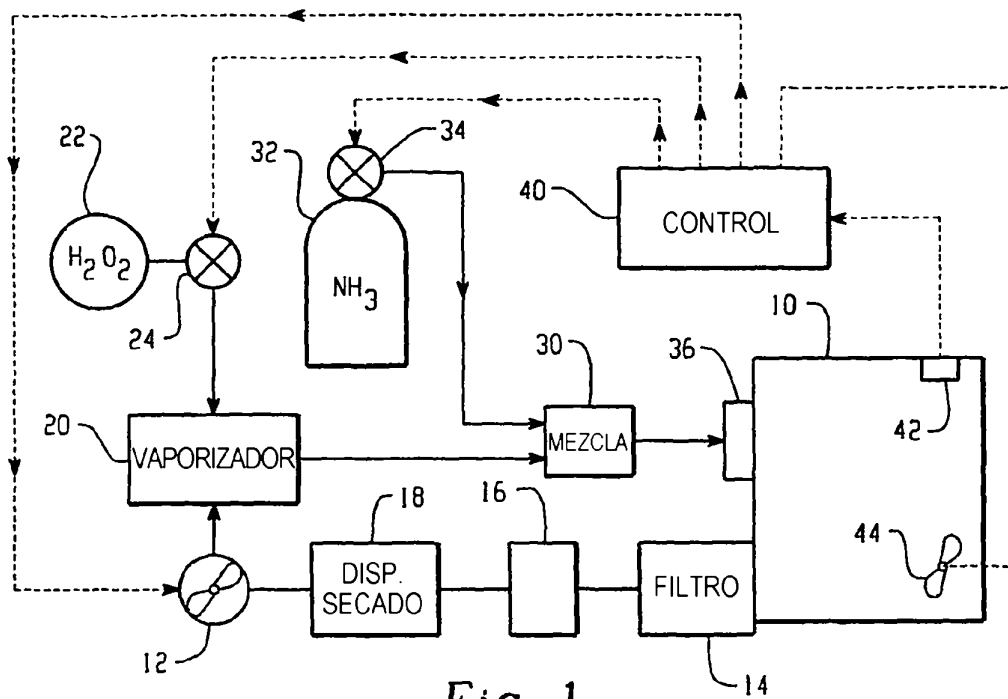


Fig. 1

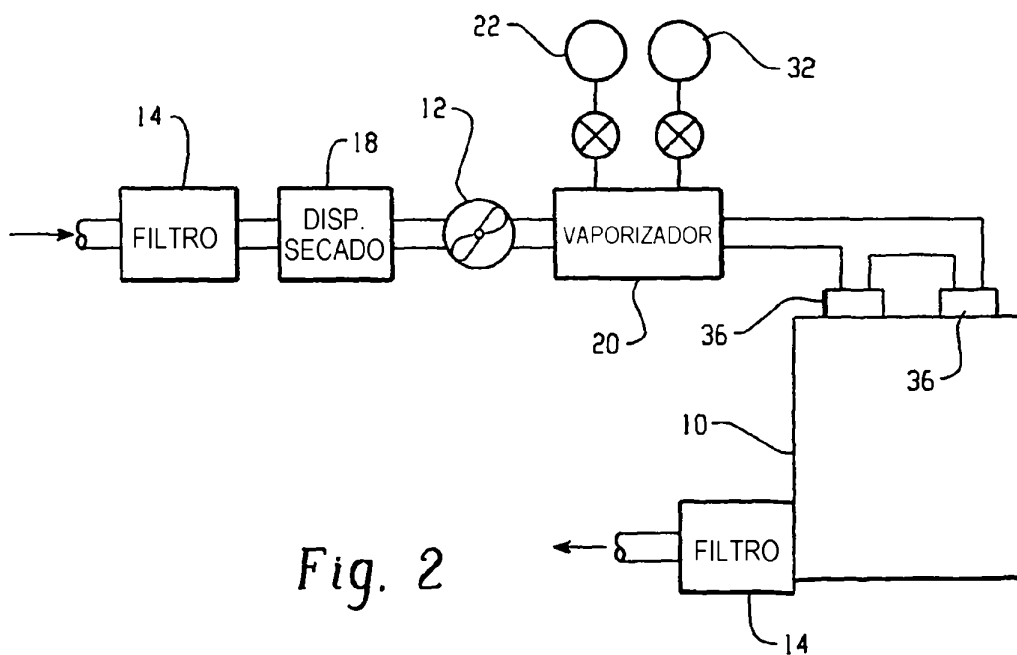


Fig. 2

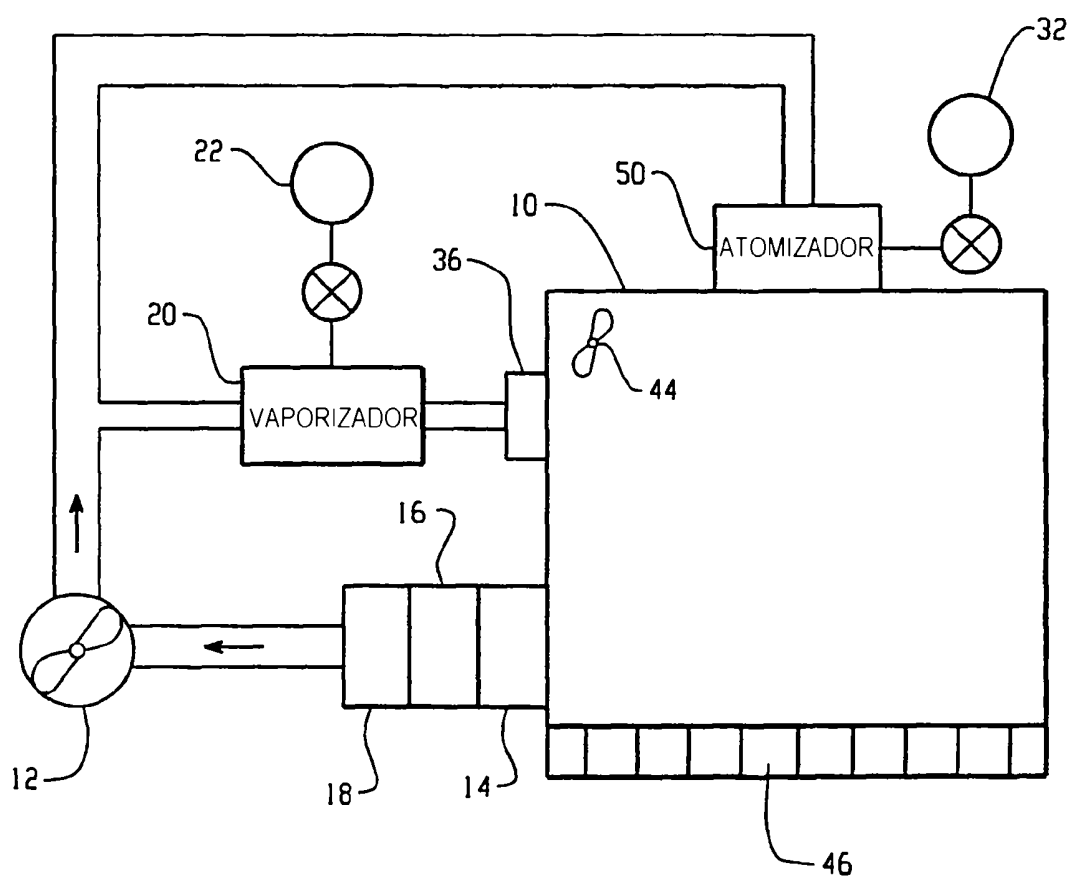


Fig. 3

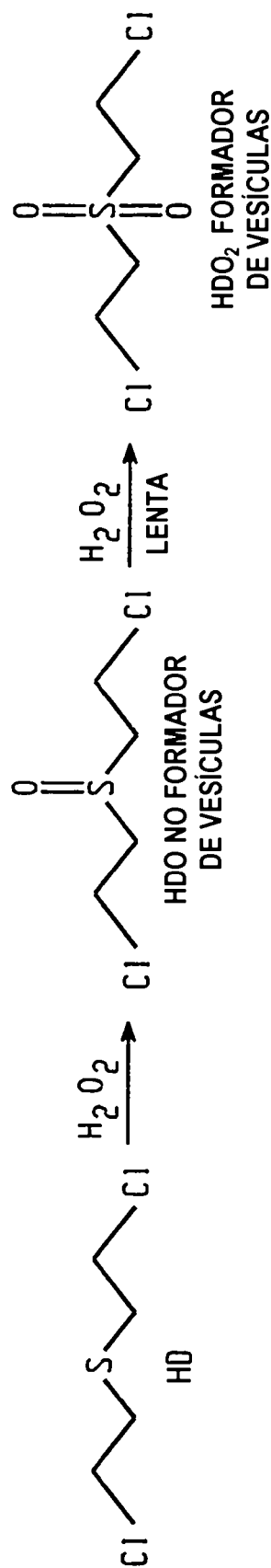


Fig. 4

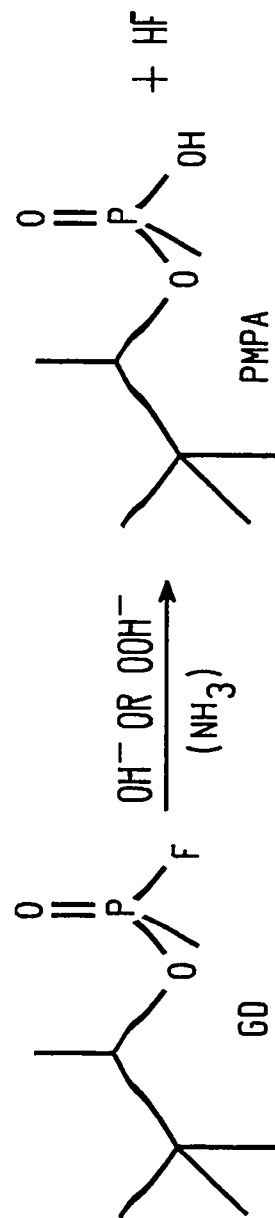


Fig. 6

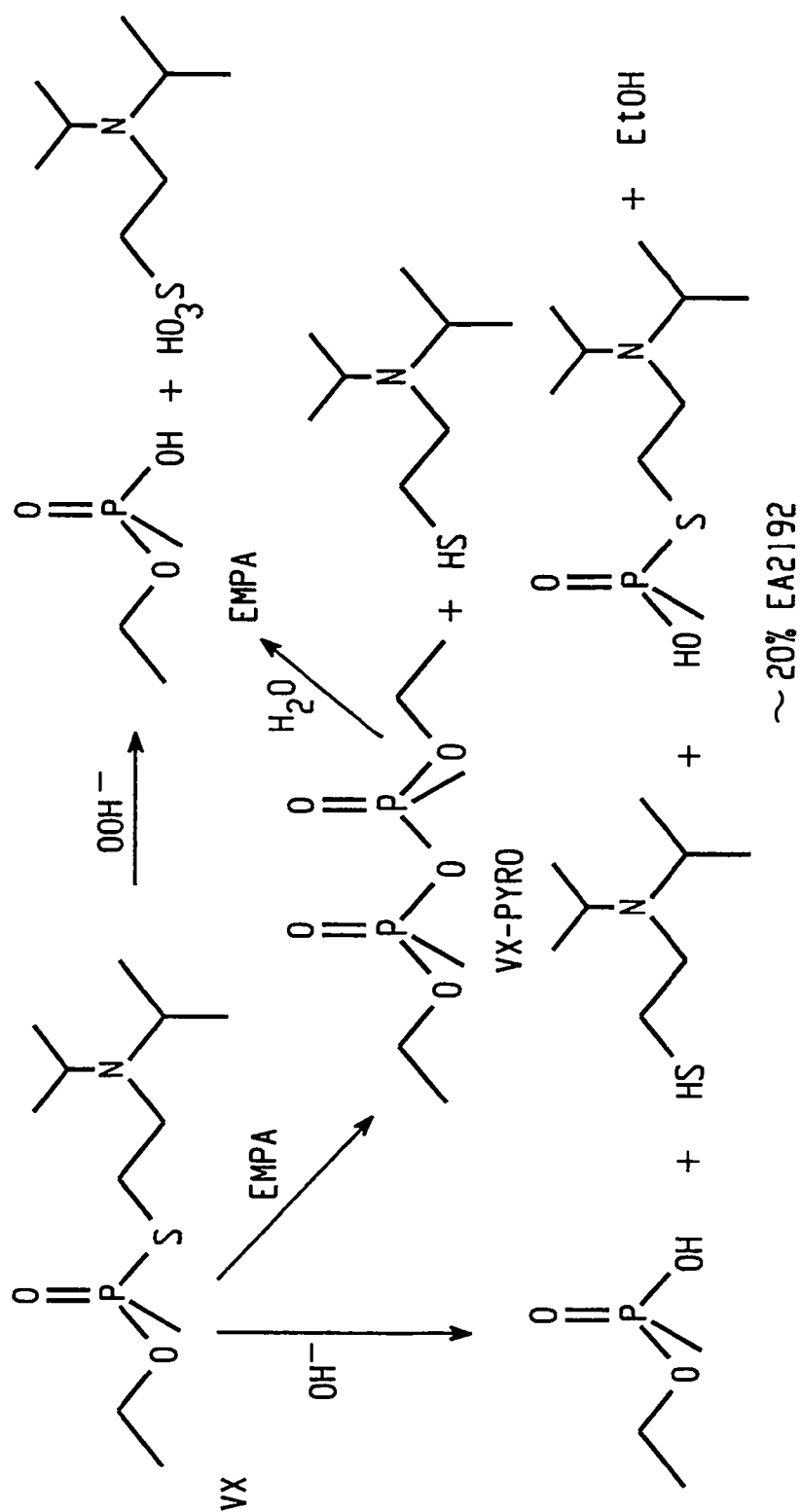
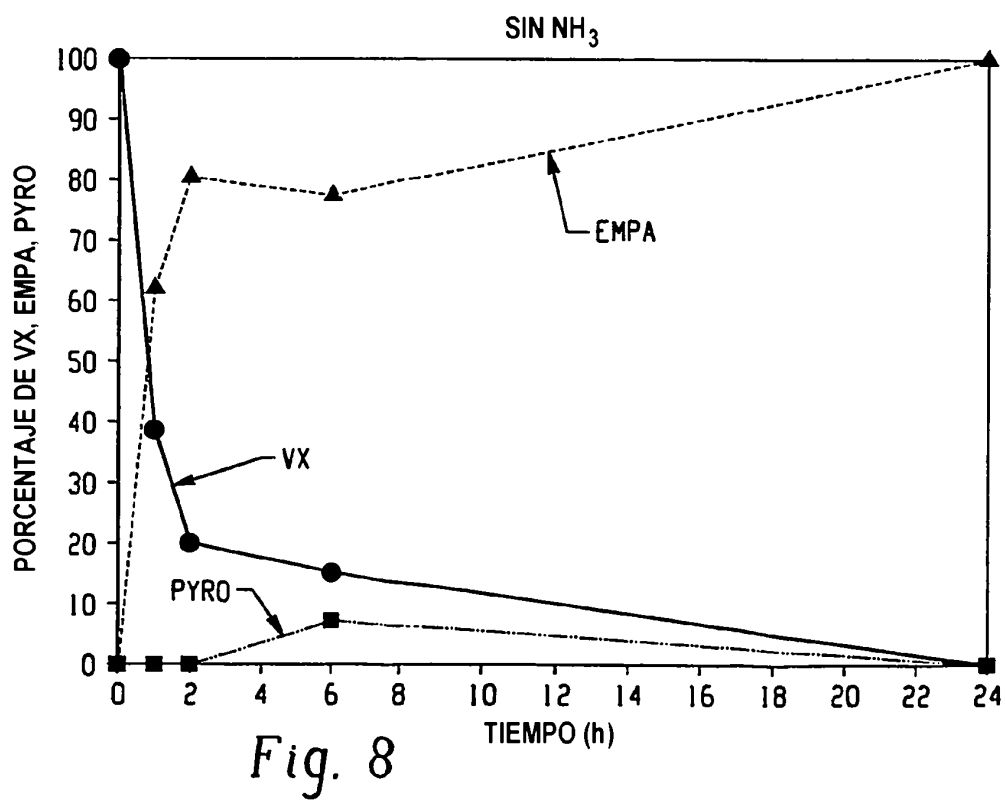
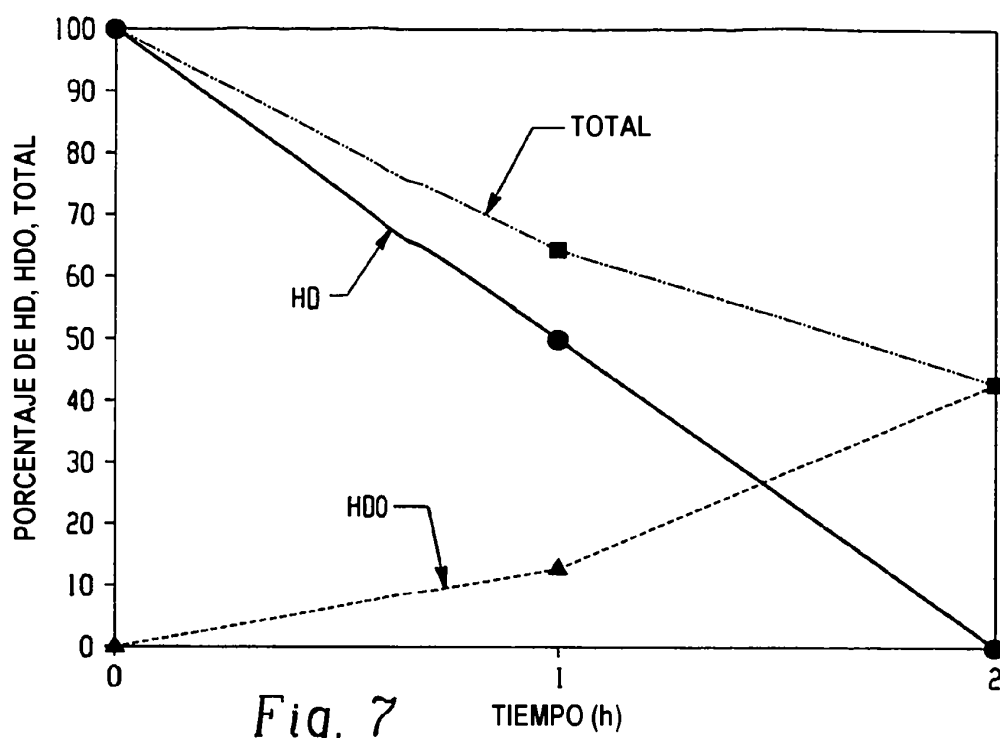
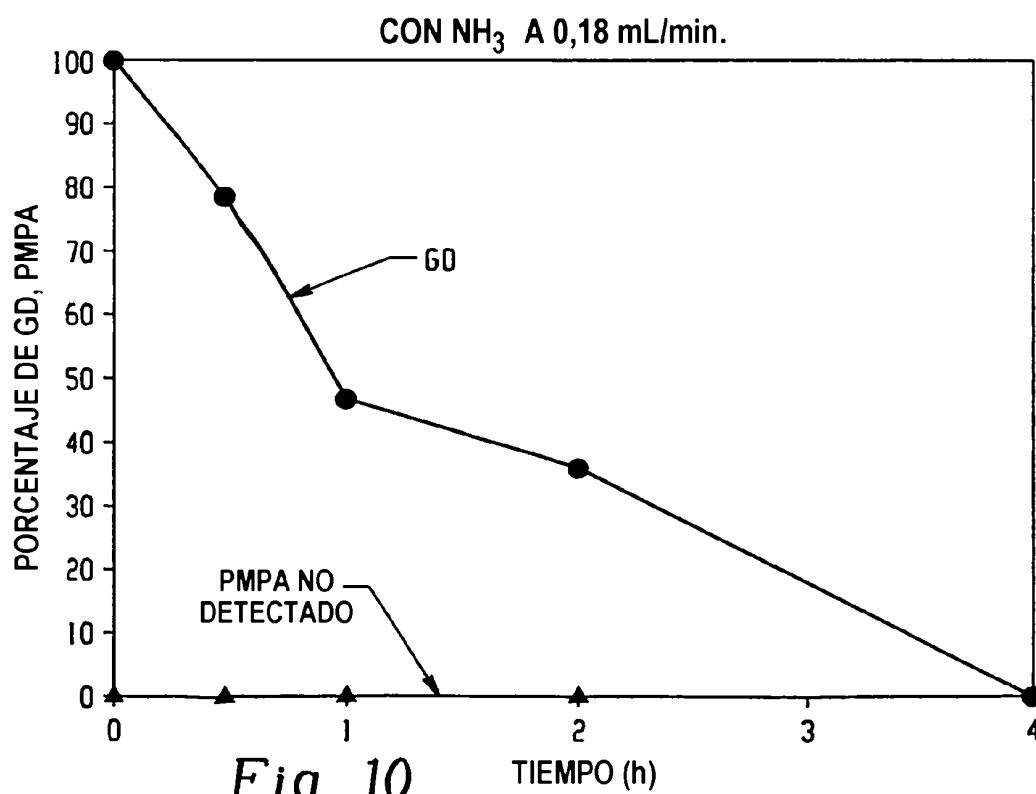
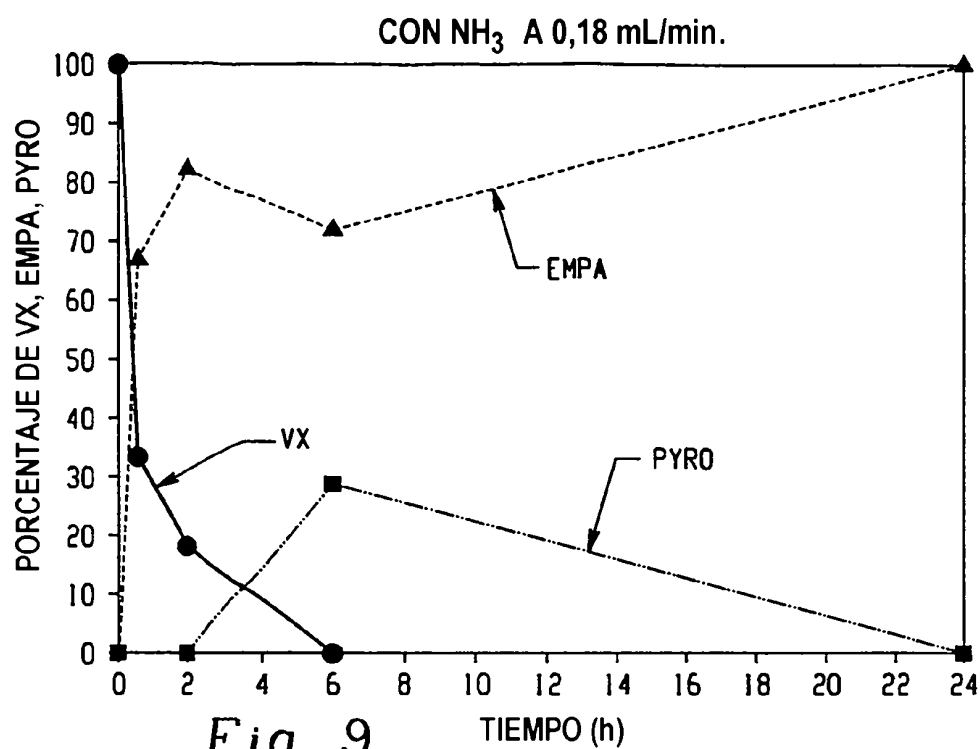


Fig. 5





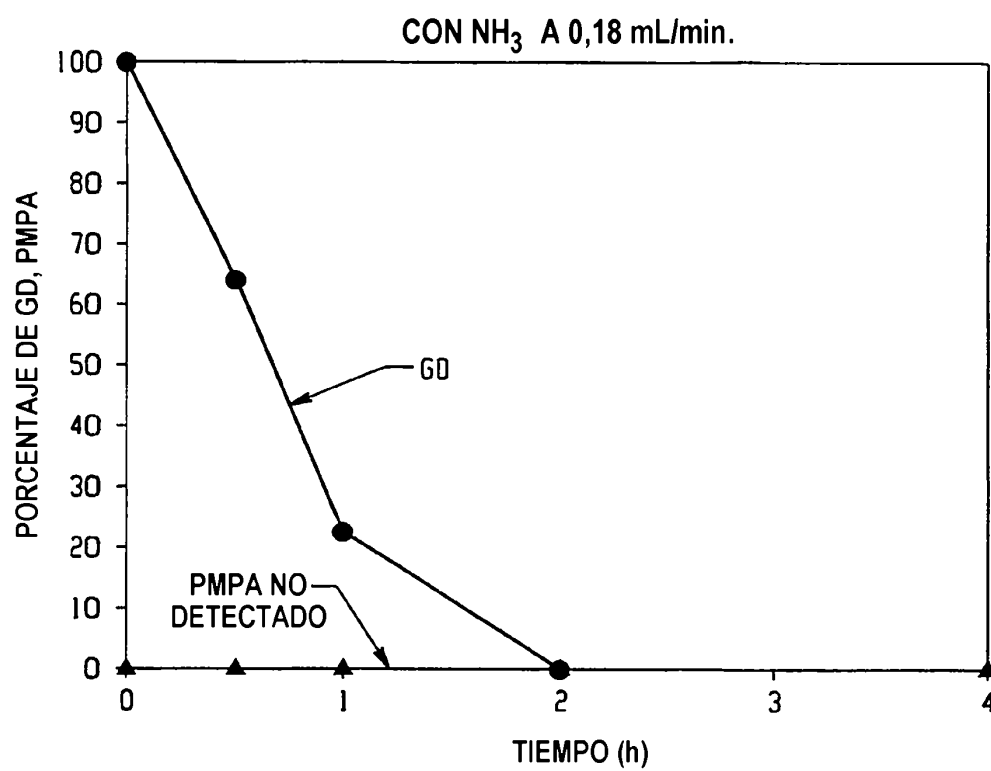


Fig. 11