

APARATO, SISTEMA Y MÉTODO PARA PRODUCIR UNA DESCARGA DE GAS IONIZADO PARA EL TRATAMIENTO DE UN MEDIO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud internacional PCT reivindica el beneficio de/la prioridad de las solicitudes de patente de EE. UU. n.º 18/222.027, n.º 18/222.053, n.º 18/222.080, n.º 18/222.103, n.º 18/222.135, n.º 18/222.176, n.º 18/222.220 y n.º 18/222.252, cada una de las cuales se presentó el 14 de julio de 2023 y cuyas divulgaciones se incorporan, en su totalidad, mediante esta referencia.

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se relaciona en general con el campo de la tecnología de plasma no térmico (NTP). En particular, la presente invención está dirigida a aparatos, sistemas y métodos para tratar un medio objetivo a través de una descarga eléctrica. Una variedad de medios son objetivos apropiados para el aparato, sistema y método de uso de la invención, y pueden incluir, pero no están limitados a, medios de cultivo para plantas, tratamientos para semillas, componentes nutricionales para alimento animal, líquidos para uso en formulaciones de bebidas, componentes de formulación de bienestar personal y tratamientos de superficie para equipos y uso industrial.

ANTECEDENTES

La presente invención se puede utilizar en diferentes entornos para obtener resultados y mejoras de productos y rendimiento específicos. En la agricultura, las plantas se someten periódicamente a multitud de factores estresantes como, por ejemplo, escasez de agua, encharcamiento, toxicidad, alta salinidad, temperaturas extremas y similares. Estas tensiones tienen consecuencias para la salud de las plantas y pueden reducir el rendimiento de los cultivos. Para mejorar la germinación y el crecimiento de las semillas en un entorno cambiante, se están desarrollando técnicas como el tratamiento químico, físico y biológico. Sin embargo, los tratamientos existentes pueden provocar cambios en la planta, tal como, entre otros, cambios en la morfología de las semillas, la expresión genética o los niveles de proteínas. Los cultivos cultivados con dicho tratamiento pueden ser potencialmente tóxicos para los seres humanos y/o el medio ambiente. Lo que se necesita es una forma de generar medios de cultivo estables y constantes, incluidas soluciones de fertilizantes que se puedan usar con fertirrigación, riego y tratamientos de transmisión que suministren nutrientes fácilmente disponibles importantes para mejorar el crecimiento de las plantas, incluidos nitrógeno y oxígeno.

Esta invención también es aplicable fuera del ámbito agrícola y puede aprovecharse para su uso en otros campos de actividad. A modo de ejemplo, pero no como

limitación, el nitrógeno en varios estados químicos es fundamental en la producción de bebidas, incluidos ciertos sistemas que fabrican refrescos, bebidas fermentadas, destiladas y mezclas. En otro ejemplo, la atención sanitaria humana, se ha demostrado que los óxidos nítricos mejoran el rendimiento de una gama de productos para el cuidado de la piel, y la cantidad de productos que contienen óxidos nítricos para la salud digestiva humana está creciendo rápidamente. Lo que se necesita es una forma rentable de proporcionar a los productores y fabricantes involucrados en un espectro de aplicaciones un dispositivo y una metodología capaces de tratar los medios utilizados en esas aplicaciones.

COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

La invención divulgada proporciona un aparato, un sistema y un método de utilización del aparato dentro del sistema para la ionización de gas para tratar el medio utilizado como se describe en este documento. Se distingue de la tecnología y los sistemas existentes en que puede configurarse de manera modular, de modo que al conectar múltiples unidades en paralelo puede ampliar la producción y, por lo tanto, la eficiencia con respecto a las divulgaciones existentes. El sistema específico proporciona flexibilidad con respecto a cómo se incorporan las entradas de fluidos; puede utilizar múltiples configuraciones de entrada, a diferencia de los sistemas existentes que son fijos con respecto a las entradas de fluidos, incluidos gas y agua. Además, los atributos de la divulgación existente resuelven los desafíos asociados con la entrada de energía, incluida la capacidad de aceptar múltiples tipos de voltaje, como corriente alterna o corriente continua.

En un aspecto, se describe un aparato para tratar un medio a través de una descarga eléctrica. El aparato incluye una cámara de tratamiento configurada para contener un medio; al menos un depósito configurado para contener al menos un fluido; un reactor de plasma, en donde el reactor de plasma incluye al menos un par de electrodos que contienen un primer electrodo y un segundo electrodo, en donde el al menos un par de electrodos está configurado para producir una descarga eléctrica en función del al menos un fluido; y una región de reacción dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo, en donde la región de reacción está configurada para permitir una interacción entre la descarga eléctrica y un medio, una unidad de encendido conectada eléctricamente a al menos un electrodo del al menos un par de electrodos, en donde la unidad de encendido está configurada para suministrar un voltaje eléctrico a el al menos un electrodo, un inyector en conexión fluida con el al menos un depósito, en donde el inyector está configurado para alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción, y un regulador de presión configurado para transferir al menos un fluido al inyector.

En otro aspecto, se describe un método para tratar un medio de cultivo para uso en agricultura a través de una descarga eléctrica. El método incluye transferir, mediante

un sistema de presión atmosférica, al menos un fluido contenido en al menos un depósito a un inyector, alimentando, mediante el inyector en conexión fluida con el al menos un depósito, el al menos un fluido a través de una región de reacción de un reactor de plasma, en donde el reactor de plasma incluye al menos un par de electrodos que contiene un primer electrodo y un segundo electrodo, y la región de reacción dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo, proporcionando, mediante una unidad de encendido conectada eléctricamente a al menos un electrodo del al menos un par de electrodos, un voltaje eléctrico a el al menos un electrodo, producir, mediante el al menos un par de electrodos, una descarga eléctrica en función del al menos un fluido, y permitir, mediante la región de reacción, una interacción entre la descarga eléctrica y un medio de cultivo contenido en una cámara de tratamiento.

En otro aspecto, se describe una modalidad alternativa de un aparato para tratar un medio a través de una descarga eléctrica. El aparato incluye una cámara de tratamiento, al menos un depósito, un reactor de plasma, un inyector, un sistema de regulación de presión y una unidad de encendido que incluye una fuente de voltaje configurada para proporcionar un voltaje eléctrico, un convertidor configurado para convertir el voltaje eléctrico de una entrada de voltaje de corriente continua (CC) a una salida de voltaje de corriente alterna (CA), y una interfaz de conexión eléctrica configurada para conectar eléctricamente el convertidor a al menos un electrodo de un par de electrodos dispuestos en el reactor de plasma, donde el par de electrodos incluye un primer electrodo y un segundo electrodo, un mecanismo de retroalimentación que comprende un sensor configurado para detectar datos de reacción y un módulo de control conectado comunicativamente al mecanismo de retroalimentación, donde el módulo de control está configurado para iniciar una generación de una descarga eléctrica en una región de reacción dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo en función de la salida de voltaje de CA, donde la región de reacción está configurada para permitir una interacción entre la descarga eléctrica y un medio contenido en la cámara de tratamiento.

En otro aspecto, se describe un método para tratar un medio a través de una descarga eléctrica. El método incluye proporcionar, mediante una fuente de voltaje, un voltaje eléctrico, convertir, mediante un convertidor, el voltaje eléctrico de una entrada de voltaje de corriente continua (CC) a una salida de corriente alterna (CA), conectar, mediante una interfaz de conexión eléctrica, el convertidor a al menos un electrodo de un par de electrodos dispuestos eléctricamente en el reactor de plasma, en donde el par de electrodos incluye un primer electrodo y un segundo electrodo, iniciar, mediante un módulo de control, la generación de una descarga eléctrica en una región de reacción dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo, permitir, mediante la región de reacción, una interacción entre la descarga eléctrica y un medio de cultivo contenido en la cámara de tratamiento, y detectar, mediante un

mecanismo de retroalimentación, datos de reacción utilizando un sensor.

Además, en un aspecto se describe un aparato para inyección mejorada para un reactor de plasma. El aparato incluye al menos un depósito, un reactor de plasma, una unidad de encendido y un inyector, en donde el inyector está configurado para alimentar al menos un fluido desde el al menos un depósito a través de la región de reacción del reactor de plasma y el inyector incluye al menos una salida de fluido, en donde la al menos una salida de fluido está configurada para emitir el al menos un fluido en una distribución de cono al reactor de plasma, en donde la distribución de cono incluye un ángulo de distribución y gotas del al menos un fluido.

En otro aspecto, un sistema de inyección de vapor que incluye un acceso de fluido en comunicación fluida con un depósito de fluido, en donde el acceso de fluido está configurada para transportar un fluido, un acondicionador de voltaje conectado a una fuente de alimentación, donde el acondicionador de voltaje está configurado para: recibir energía eléctrica de la fuente de alimentación y transformar la energía eléctrica, en donde la transformación de la energía eléctrica comprende: regular el voltaje de la energía eléctrica y modificar la frecuencia del voltaje, un compresor de cristal conectado al acondicionador de voltaje y al acceso de fluido, en donde el compresor de cristal está configurado para: recibir la energía eléctrica transformada de la bobina de núcleo de hierro, recibir el fluido del acceso de fluido, generar el vapor en función de la energía eléctrica transformada y el fluido y emitir el vapor utilizando una salida de vapor.

En otro aspecto, se describe un método para utilizar un sistema de inyección de vapor, en donde el método incluye recibir, por un acceso de fluido, un fluido desde un depósito de fluido, y recibir, por un acondicionador de voltaje conectado a una fuente de alimentación, energía eléctrica. El método también comprende transformar, mediante el acondicionador de voltaje, la energía eléctrica, donde transformar la energía eléctrica comprende, regular el voltaje de la energía eléctrica y modificar la frecuencia de la energía eléctrica, generar, mediante un compresor de cristal, vapor en función de la energía eléctrica transformada y del fluido y emitir, mediante una salida de vapor, el vapor.

En aún otro aspecto, se proporciona un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos. El sistema incluye al menos un primer acceso de fluido configurada para recibir un primer fluido de un primer depósito de fluido que comprende el primer fluido y al menos un segundo acceso de fluido configurada para recibir un segundo fluido de un segundo depósito de fluido que comprende el segundo fluido. El sistema incluye además un compresor de baja presión configurado para proporcionar presión al segundo fluido recibido del segundo depósito de fluido y al menos un inyector configurado para dispersar una combinación del primer fluido y el segundo fluido.

En otro aspecto, se proporciona un método para uso de un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos. El método comprende recibir, mediante al menos un primer acceso de fluido, un primer fluido de un primer depósito de fluido que comprende el primer fluido y recibir, de al menos un segundo acceso de fluido, un segundo fluido de un segundo depósito de fluido que comprende el segundo fluido. El método comprende proporcionar además, mediante un compresor de baja presión, presión al segundo fluido recibido del segundo depósito de fluido y dispersar, mediante al menos un inyector, una combinación del primer fluido y el segundo fluido.

En un aspecto, se describe un aparato para un reactor de plasma modular. El aparato incluye un reactor de plasma modular, en donde el reactor de plasma modular incluye una carcasa, una unidad de encendido modular conectada de manera desmontable al reactor de plasma modular, un inyector modular conectado de manera desmontable al reactor de plasma modular, al menos un depósito modular conectado de manera desmontable al inyector modular y un controlador conectado comunicativamente a uno o más de la unidad de encendido modular y el inyector modular.

En otro aspecto, se describe un método de uso para un reactor de plasma modular. El método incluye conectar de manera desmontable una unidad de encendido modular a un reactor de plasma modular, en donde el reactor de plasma modular comprende una carcasa, conectar de manera desmontable un inyector modular al reactor de plasma modular, conectar de manera desmontable al menos un depósito modular al inyector modular, conectar comunicativamente un controlador a uno o más de la unidad de encendido modular y el inyector modular.

En un aspecto, se describe un aparato para tratar un sustrato, tal como una sustancia alimenticia. El aparato puede incluir un tanque de suministro de agua conectado a una cámara de reacción y a un módulo de control, que puede generar una señal de control. El tanque de suministro de agua tiene una línea de nivel y un depósito lleno de agua hasta dicha línea. El tanque de suministro de agua puede reponer agua al detectar que se está agotando el nivel de agua por debajo de la línea de nivel. Es decir, más específicamente, el tanque de suministro de agua puede reponer agua automáticamente extrayendo agua adicional de una fuente de agua, como un fregadero, un depósito u otro recipiente de agua, que esté conectado fluidamente al tanque de agua cuando la cantidad de agua disminuye por debajo de la línea de nivel. La cámara de reacción está conectada al tanque de suministro de agua e incluye un par de electrodos con un primer electrodo y un segundo electrodo posicionado opuesto al primer electrodo, y una región de reacción definida entre el primer electrodo y el segundo electrodo. La región de reacción puede retener al menos temporalmente el sustrato. Un módulo de control está conectado al menos a

la cámara de reacción y puede generar al menos una señal de control. El aparato también puede incluir un inyector que conecta el tanque de suministro de agua a la cámara de reacción. El inyector puede generar una dispersión de gotas de agua microfinas a partir del agua extraída del depósito en respuesta a la señal de control. Además, el aparato puede incluir una plataforma configurada para soportar al menos la cámara de reacción y reposar sobre una superficie plana.

En otro aspecto, se describe un método para generar un plasma para el tratamiento de un sustrato dentro de un reactor de plasma. El método puede incluir proporcionar, mediante una fuente de voltaje, un voltaje eléctrico, convirtiendo, mediante un conversor, el voltaje eléctrico de una entrada de voltaje de corriente continua (CC) a una salida de corriente alterna (CA). El método también puede incluir conectar, mediante una interfaz de conexión eléctrica, el conversor a al menos un electrodo de un par de electrodos dispuestos en el reactor de plasma, en donde el par de electrodos comprende una región de reacción definida entre un primer electrodo y un segundo electrodo posicionado opuesto al primer electrodo; dispersar una pluralidad de gotas de agua extraídas de un depósito en un tanque de agua conectado fluidamente al reactor de plasma en la región de reacción, en donde el depósito almacena una cantidad de agua. Además, el método puede incluir hacer fluir una mezcla gaseosa hacia el reactor de plasma, en donde al menos algunas gotas de agua de la pluralidad de gotas de agua están configuradas para estar suspendidas dentro de la mezcla gaseosa y producir correspondientemente una niebla; encender el plasma generando una descarga eléctrica desde el primer electrodo al segundo electrodo a través de la niebla en la región de reacción. Además, el método puede incluir tratar el sustrato exponiéndolo al plasma durante una duración definida y reponiendo la cantidad de agua en el depósito del tanque de agua automáticamente mediante la extracción de agua adicional de una fuente de agua conectada fluidamente al tanque de agua cuando la cantidad de agua disminuye por debajo de un punto de ajuste definido.

En un aspecto, se describe el uso de la invención para la generación de una mezcla de fertilizantes para su uso como medio de cultivo. La mezcla de fertilizantes incluye una mezcla reactiva que comprende una especie reactiva de oxígeno y una especie reactiva de nitrógeno. La mezcla de fertilizantes incluye además una solución de salmuera oceánica que tiene una mezcla oceánica filtrada, en donde la solución de salmuera oceánica incluye además magnesio, azufre, potasio y calcio.

En otro aspecto, se describe un método de fabricación de una mezcla de fertilizantes para su uso como medio de cultivo. El método incluye formar una mezcla reactiva que tiene especies reactivas de oxígeno y especies reactivas de nitrógeno, filtrar una mezcla oceánica para crear una solución de salmuera oceánica, en donde la solución de salmuera oceánica incluye magnesio, azufre, potasio y calcio, y combinar la

mezcla reactiva y la solución de salmuera oceánica para crear una mezcla de fertilizantes.

En otro aspecto más, se describe un método de uso de la mezcla de fertilizantes generada utilizando el sistema de la invención. El método incluye verter una mezcla de fertilizantes sobre una planta, en donde la mezcla de fertilizantes incluye una mezcla reactiva que contiene una especie reactiva de oxígeno y una especie reactiva de nitrógeno, y una solución de salmuera oceánica que tiene una mezcla oceánica filtrada, en donde la solución de salmuera oceánica incluye además magnesio, azufre, potasio y calcio.

Estos y otros aspectos y características de modalidades no taxativas de la presente invención serán evidentes para aquellos expertos en la técnica tras la revisión de la siguiente descripción de modalidades no taxativas específicas de la invención junto con los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con el fin de ilustrar la invención, los dibujos muestran aspectos de una o más modalidades de la invención. Sin embargo, debe entenderse que la presente invención no se limita a las disposiciones e instrumentalidades precisas que se muestran en los dibujos, en donde:

La Figura 1 es una modalidad ejemplar de un aparato para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica.

La Figura 2 es una modalidad ejemplar de un conjunto de reactor de plasma.

La Figura 3 es una modalidad ejemplar de un inyector con un componente de ajuste de flujo.

La Figura 4 es una modalidad ejemplar de un inyector piezoeléctrico de vapor de agua.

La Figura 5 es una modalidad ejemplar de un aparato para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica con un inyector montado externamente.

La Figura 6 es una modalidad ejemplar de un método para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica.

La Figura 7 es una modalidad ejemplar de un segmento de conducto.

La Figura 8 es una modalidad ejemplar de una unidad de encendido.

La Figura 9 es un diagrama de bloques de una modalidad ejemplar de un módulo de aprendizaje automático de acuerdo con una o más modalidades de la presente

divulgación.

La Figura 10 es una modalidad ejemplar de un método para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica.

Las Figuras 11A-C son modalidades ejemplares de una porción de un inyector para inyección mejorada para un reactor de plasma.

La Figura 12 es una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de vapor para un reactor de plasma.

La Figura 13 es una modalidad ejemplar de un conjunto de reactor de plasma.

La Figura 14 es una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de vapor montado internamente.

La Figura 15 es una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de vapor montado externamente.

La Figura 16 es una representación ejemplar de un compresor de cristal.

La Figura 17 es una modalidad ejemplar de un método para usar un sistema de inyección de vapor.

La Figura 18 es una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos.

La Figura 19 ilustra una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos.

La Figura 20 es una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de baja presión montado internamente.

La Figura 21 es una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de baja presión montado externamente.

La Figura 22 es una modalidad ejemplar de un método para usar un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos.

La Figura 23 es un diagrama de bloques de una modalidad ejemplar de un aparato para un reactor de plasma modular.

La Figura 24 es un diagrama de flujo de un método ejemplar de uso para un reactor de plasma modular.

La Figura 25 es una modalidad ejemplar de un aparato que incluye una cámara de reacción con reposición automática de agua para tratar un sustrato.

La Figura 26 es una modalidad ejemplar de un método para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica.

La Figura 27 es una modalidad ejemplar de una mezcla de fertilizantes para uso como medio de cultivo.

La Figura 28 es una modalidad ejemplar de un método de elaboración de una mezcla de fertilizantes para uso como medio de cultivo.

La Figura 29 es un diagrama de bloques de un sistema informático que se puede utilizar para implementar cualquiera o más de las metodologías divulgadas en este documento y cualquiera o más partes de estas.

Los dibujos no están necesariamente a escala y pueden estar ilustrados por líneas fantasma, representaciones diagramáticas y vistas fragmentarias. En ciertos casos, es posible que se hayan omitido detalles que no son necesarios para la comprensión de las modalidades o que hacen que otros detalles sean difíciles de percibir.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODALIDADES EJEMPLARES

, los aspectos de la presente divulgación están dirigidos a aparatos y métodos para tratar medicamentos mediante una descarga eléctrica. En una modalidad, el aparato incluye un reactor de plasma, en donde el reactor de plasma incluye al menos un par de electrodos que contienen un primer electrodo y un segundo electrodo, configurados para producir una descarga eléctrica. El reactor de plasma incluye además una región de reacción dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo, en donde la región de reacción está configurada para permitir una interacción entre la descarga eléctrica y un medio de cultivo contenido en una cámara de tratamiento.

Aspectos de la presente divulgación pueden utilizarse para generar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (RONS) y modificar las propiedades, el pH, la conductividad eléctrica y el potencial de oxido-reducción de la solución. También pueden utilizarse para influir en la tasa de germinación del medio de cultivo (por ejemplo, semillas), mejorar el crecimiento de las plantas y aumentar la producción agrícola. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato está configurado para exponer el medio de cultivo a un plasma no térmico (NTP) utilizando un sistema de encendido de alta energía. El aparato puede generar un NTP de alto voltaje utilizando aire, agua y una carga eléctrica sin ninguna emisión dañina.

Los aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para supervisar la descarga eléctrica y/o el medio de cultivo y proporcionar la información necesaria al usuario del aparato. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato incluye una unidad de encendido con un mecanismo de retroalimentación configurado para

detectar datos de reacción. En una modalidad, los datos de reacción pueden incluir una pluralidad de parámetros de descarga eléctrica, parámetros de fluido, parámetros de medio de cultivo y similares.

Los aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para optimizar el proceso de tratamiento del medio de cultivo, adaptando cambios en el voltaje eléctrico, fluido y/u otros factores que puedan afectar la descarga eléctrica. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato incluye una unidad de encendido con un módulo de control conectado comunicativamente al mecanismo de retroalimentación, en donde el módulo de control está configurado para regular la generación de descarga eléctrica en una región de reacción. El módulo de control puede ajustar al menos un parámetro de tratamiento del aparato en función de los datos de reacción detectados por el mecanismo de retroalimentación durante una interacción entre la descarga eléctrica y el medio de cultivo contenido en la cámara de tratamiento.

Los aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para supervisar la descarga eléctrica y/o el medio de cultivo y proporcionar la información necesaria al usuario del aparato. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato incluye una unidad de encendido con un mecanismo de retroalimentación configurado para detectar datos de reacción. En una modalidad, los datos de reacción pueden incluir una pluralidad de parámetros de descarga eléctrica, parámetros de fluido, parámetros de medio de cultivo y similares.

Los aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para optimizar el proceso de tratamiento del medio de cultivo, adaptando cambios en el voltaje eléctrico, fluido y/u otros factores que puedan afectar la descarga eléctrica. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato incluye una unidad de encendido con un módulo de control conectado comunicativamente al mecanismo de retroalimentación, en donde el módulo de control está configurado para regular la generación de descarga eléctrica en una región de reacción. El módulo de control puede ajustar al menos un parámetro de tratamiento del aparato en función de los datos de reacción detectados por el mecanismo de retroalimentación durante una interacción entre la descarga eléctrica y el medio de cultivo contenido en la cámara de tratamiento.

Los aspectos de la presente divulgación permiten el tratamiento del medio de cultivo a baja temperatura sin dañarlo. A continuación se describen modalidades ejemplares que ilustran aspectos de la presente divulgación en el contexto de varios ejemplos específicos.

Los aspectos de la presente divulgación también están dirigidos a un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos y un método de uso de este. En una modalidad, el sistema incluye al menos un inyector configurado para dispersar una primera mezcla de fluido y una segunda mezcla de fluido. Los

aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para generar gotas de fluido microfinas, que pueden permitir que un segundo fluido se ionice y se transfiera a las gotas de fluido microfinas generadas. A continuación se describen modalidades ejemplares que ilustran aspectos de la presente divulgación en el contexto de varios ejemplos específicos.

Los aspectos de la presente divulgación están dirigidos a un aparato para un reactor de plasma modular y al método de uso. El aparato incluye un reactor de plasma modular, en donde el reactor de plasma modular incluye una carcasa, una unidad de encendido modular conectada de manera desmontable al reactor de plasma modular, un inyector modular conectado de manera desmontable al reactor de plasma modular, al menos un depósito modular conectado de manera desmontable al inyector modular y un controlador conectado comunicativamente a uno o más de la unidad de encendido modular y el inyector modular.

Los aspectos de la presente divulgación pueden permitir el tratamiento del medio de cultivo a baja temperatura sin dañarlo. En algunas modalidades, los aspectos de la presente divulgación también pueden permitir que un controlador detecte una conexión entre una carcasa que incluye un reactor de plasma y uno o más de una unidad de encendido, un inyector y un regulador de presión y controle la energía proporcionada a uno o más de la unidad de encendido, el inyector y el regulador de presión. A continuación se describen modalidades ejemplares que ilustran aspectos de la presente divulgación en el contexto de varios ejemplos específicos.

Los aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para supervisar la descarga eléctrica y/o el medio de cultivo y proporcionar la información necesaria al usuario del aparato. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato incluye una unidad de encendido con un mecanismo de retroalimentación configurado para detectar datos de reacción. En una modalidad, los datos de reacción pueden incluir una pluralidad de parámetros de descarga eléctrica, parámetros de fluido, parámetros de medio de cultivo y similares.

Los aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para optimizar el proceso de tratamiento del medio de cultivo, adaptando cambios en el voltaje eléctrico, fluido y/u otros factores que puedan afectar la descarga eléctrica. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato incluye una unidad de encendido con un módulo de control conectado comunicativamente al mecanismo de retroalimentación, en donde el módulo de control está configurado para regular la generación de descarga eléctrica en una región de reacción. El módulo de control puede ajustar al menos un parámetro de tratamiento del aparato en función de los datos de reacción detectados por el mecanismo de retroalimentación durante una interacción entre la descarga eléctrica y el medio de cultivo contenido en la cámara de tratamiento.

Los aspectos de esta divulgación se pueden utilizar para tratar medios de cultivo utilizando una combinación de agua oceánica modificada y una mezcla reactiva. Algunos aspectos de esta divulgación pueden permitir además la prevención de enfermedades que pueden prevalecer en diversos medios de cultivo.

Aspectos de la presente divulgación pueden utilizarse para generar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (RONS) y modificar las propiedades, el pH, la conductividad eléctrica y el potencial de oxido-reducción de la solución. También pueden utilizarse para influir en la tasa de germinación del medio de cultivo (por ejemplo, semillas), mejorar el crecimiento de las plantas y aumentar la producción agrícola. Esto es así, al menos en parte, porque el aparato está configurado para exponer el medio de cultivo a un plasma no térmico (NTP) utilizando un sistema de encendido de alta energía. El aparato puede generar un NTP de alto voltaje utilizando aire, agua y una carga eléctrica sin emisiones dañinas.

Los aspectos de la presente divulgación permiten el tratamiento del medio de cultivo a baja temperatura sin dañarlo. A continuación se describen modalidades ejemplares que ilustran aspectos de la presente divulgación en el contexto de varios ejemplos específicos.

Ahora, con referencia a la Figura 1, se ilustra una modalidad ejemplar de un aparato 100 para tratar un medio de cultivo 104 mediante una descarga eléctrica. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "medio de cultivo" es una sustancia o material que proporciona nutrientes esenciales y condiciones ambientales para el crecimiento y la proliferación de microorganismos, células y tejidos. En una modalidad, una o más semillas pueden colocarse en el medio de cultivo 104. Las "semillas", a los efectos de esta divulgación, son un óvulo maduro y fertilizado de una planta con flores (es decir, angiospermas) que contiene una planta embrionaria dentro de una cubierta exterior protectora, sirve como el principal medio de reproducción para muchas especies de plantas, lo que les permite dispersarse y establecer nuevas plantas. En algunas modalidades, las semillas pueden incluir, entre otros, semillas de cereales (por ejemplo, trigo, arroz, maíz, cebada, avena, mijo y similares), semillas de legumbres (por ejemplo, soja, guisantes, frijoles, lentejas, garbanzos, cacahuetes y similares), semillas oleaginosas (por ejemplo, girasol, colza, linaza, sésamo, cártamo y similares), semillas de hortalizas (por ejemplo, tomates, pimientos, pepinos, berenjenas, lechuga, espinacas y similares) y semillas de frutas (por ejemplo, sandía, melón, manzana, cítricos y similares). En tal modalidad, el medio de cultivo 104 puede incluir un entorno rico en nutrientes que proporciona las condiciones esenciales para la germinación y el crecimiento de las semillas. En algunos casos, el medio de cultivo puede proporcionar factores ambientales como, entre otros, temperatura, nivel de pH, oxígeno y similares necesarios para que la semilla germine y se desarrolle hasta convertirse en una planta sana. En un ejemplo no taxativo, el

medio de cultivo 104 puede incluir suelo, donde el suelo puede incluir una mezcla compleja de partículas minerales, materia orgánica, agua, aire, organismos vivos y similares. En otro ejemplo no taxativo, el medio de cultivo 104 puede incluir una mezcla sin suelo o un medio especialmente formulado diseñado para la germinación de semillas y el crecimiento de plantas.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 incluye una cámara de tratamiento 108 configurada para contener el medio de cultivo 104. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "cámara de tratamiento" es un espacio controlado diseñado para contener un material, sustancia u objeto específico y someterlo a un tratamiento particular. En una modalidad, la cámara de tratamiento 108 puede construirse como un sistema abierto; por ejemplo, y entre otros, la cámara de tratamiento 108 puede incluir un contenedor con la parte superior abierta. En otras modalidades, la cámara de tratamiento 108 puede construirse como un sistema cerrado; por ejemplo, y entre otros, la cámara de tratamiento 108 puede ser un contenedor hermético. En algunas modalidades, la cámara de tratamiento 108 puede diseñarse para facilitar el acceso al medio de cultivo 104 que se está tratando. En un ejemplo no taxativo, la cámara de tratamiento 108 puede incluir puertas o puertos removibles o con bisagras para cargar y/o descargar el medio de cultivo 104. En otro ejemplo no taxativo, la cámara de tratamiento 108 puede incluir una o más ventanas con/sin cubierta para inspección visual o muestreo durante el proceso de tratamiento.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 incluye al menos un depósito 112. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "depósito" es un contenedor o cámara de almacenamiento diseñado para contener al menos un fluido utilizado en el proceso de tratamiento. En un ejemplo no taxativo, el depósito 112 está configurado para contener al menos un fluido. Un "fluido" tal como se utiliza en esta divulgación se define como un gas o fluido. El depósito puede proporcionar un suministro constante y controlado de al menos un fluido para el tratamiento del medio de cultivo 104 como se describe con más detalle a continuación. En una modalidad, el fluido puede incluir una sustancia que permite la producción de descarga eléctrica. En algunos casos, al menos un fluido puede incluir líquido; por ejemplo, y entre otros, al menos un fluido puede incluir agua, solventes orgánicos, soluciones de electrolitos y similares. En otros casos, al menos un fluido puede incluir uno o más gases; por ejemplo, y entre otros, al menos un fluido puede incluir gases inertes (por ejemplo, nitrógeno, argón, helio, neón y similares), oxígeno, dióxido de carbono, aire, gases reactivos (por ejemplo, hidrógeno, amoníaco, hexafluoruro de azufre y similares), y similares. Adicional o alternativamente, el aparato 100 puede incluir una pluralidad de depósitos. En una modalidad, al menos un depósito 112 puede incluir un primer depósito configurado para contener un primer fluido y un segundo depósito configurado para contener un segundo fluido, en donde el primer fluido puede incluir al menos un gas y el segundo fluido puede incluir al menos un líquido.

Continuando con la referencia a la Figura 1, al menos un depósito 112 puede construirse a partir de materiales que sean compatibles con al menos un fluido que se esté almacenando. por ejemplo, y entre otros, al menos un depósito 112 puede estar hecho de materiales tales como metales resistentes a la corrosión, plásticos y/o vidrio. En algunos casos, al menos un depósito 112 puede tener el tamaño adecuado para proporcionar un suministro adecuado de fluido durante todo el proceso de tratamiento sin recargas ni interrupciones frecuentes. En una modalidad, el fluido puede suministrarse mediante una manguera o un tubo presurizado. Al menos un depósito 112 puede incluir al menos un acceso, al menos una salida o ambos. En un ejemplo no taxativo, al menos un acceso puede usarse para llenar al menos un depósito 112 con al menos un fluido y al menos una salida puede conectarse a un inyector u otro componente de suministro de fluido del aparato 100 tal como un regulador de presión y/o un sistema de regulación de presión como se describe con más detalle a continuación. Se puede introducir al menos un fluido a través de al menos un acceso hacia al menos un depósito 112 y/o salida a través de al menos una salida hacia un inyector. En el caso del aparato 100 que tiene una pluralidad de depósitos, cada depósito de la pluralidad de depósitos puede incluir al menos un acceso y al menos una salida. En un ejemplo no taxativo, el primer depósito configurado para contener el primer fluido puede incluir un primer acceso y una primera salida, el segundo depósito configurado para contener el segundo fluido puede incluir un segundo acceso y una segunda salida, en donde el primer acceso/la primera salida nunca puede intersectarse con el segundo acceso/la segunda salida. En tal modalidad, el primer fluido y el segundo fluido pueden no entrar en contacto entre sí antes de la salida a través de la primera salida/segunda salida.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 incluye un reactor de plasma 116. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "reactor de plasma" es un dispositivo configurado para generar, sostener y/o controlar plasma. "Plasma", a los efectos de esta divulgación, se refiere al cuarto estado de la materia, además de sólido, líquido y gaseoso. El plasma puede incluir un gas parcialmente ionizado que consiste en una mezcla de iones, electrones y/o partículas neutras (es decir, átomos y moléculas). En una modalidad, el plasma se puede formar cuando al menos un fluido se somete a una fuente de alta energía, tal como, entre otros, calor, radiación, campo eléctrico y similares, lo que hace que los átomos o moléculas en al menos un fluido se ionicen perdiendo o ganando electrones. Se puede introducir al menos un fluido en el reactor de plasma 116 utilizando un inyector como se describe a continuación en esta divulgación. En algunos casos, el plasma puede incluir plasma no térmico (NTP), en donde el plasma no térmico es un tipo de plasma en el que la temperatura de los electrones es significativamente más alta que la temperatura de los iones más pesados y las partículas neutras. En este caso, aunque los electrones del plasma tienen alta energía cinética, la temperatura general de al menos un fluido

puede permanecer relativamente baja (por ejemplo, a menudo cerca de la temperatura ambiente de 20-22 °C/68-72 °F). Adicional o alternativamente, la distribución de energía entre las partículas dentro del plasma no térmico puede no estar en equilibrio térmico debido a que los electrones, al ser mucho más livianos que los iones y las partículas neutras, pueden ganar energía más rápidamente cuando se someten a un campo eléctrico o magnético, lo que genera una temperatura de electrones más alta. Por otro lado, los iones más pesados y las partículas neutras pueden moverse más lentamente y permanecer más fríos, lo que da como resultado una temperatura baja de al menos un fluido.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el reactor de plasma 116 incluye al menos un par de electrodos 120a-b, en donde el al menos un par de electrodos incluye un primer electrodo 120a y un segundo electrodo 120b. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "electrodo" es un conductor que se utiliza para hacer contacto eléctrico con un medio conductor y/o un medio que puede volverse conductor dado un diferencial de voltaje suficiente, tal como al menos un fluido como se describió anteriormente. Al menos un par de electrodos 120a-b está configurado para producir una descarga eléctrica en función de al menos un fluido. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "descarga eléctrica" se refiere a un fenómeno en el que una corriente eléctrica fluye entre dos o más superficies conductoras (es decir, al menos un par de electrodos 120a-b) a través de al menos un fluido, lo que provoca la ionización y la posterior liberación de energía en forma de luz, calor o sonido. En un ejemplo no taxativo, al menos un par de electrodos 120a-b pueden recibir un voltaje, suministrado por una unidad de encendido como se describe con más detalle a continuación, en donde el voltaje puede aplicarse a través de la superficie de al menos un par de electrodos 120a-b, creando un campo eléctrico entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b. Dicho campo eléctrico puede acelerar electrones libres y otras partículas cargadas en al menos un fluido, iniciando una cascada de eventos de ionización, dando como resultado la formación de un canal conductor de partículas cargadas (es decir, plasma) tales como iones y electrones que permiten que la corriente eléctrica fluya entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b.

Continuando con la referencia a la Figura 1, cada electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b puede construirse a partir de un metal o una aleación de metal tal como cobre que tiene cierta conductividad eléctrica y capacidad para soportar altas temperaturas y reacciones químicas. En una modalidad, al menos un par de electrodos 120a-b puede incluir al menos un cátodo y al menos un ánodo. Un "cátodo", a los efectos de esta divulgación, es un electrodo que está cargado negativamente en un circuito eléctrico, mientras que un "ánodo", a los efectos de esta divulgación, es un electrodo que está cargado positivamente en el circuito eléctrico. En algunos casos, al menos un cátodo puede ser un electrodo donde

ocurre la reducción (es decir, lo que significa que gana electrones) y al menos un ánodo puede ser un electrodo donde ocurre la oxidación (es decir, lo que significa que pierde electrones). En un ejemplo no taxativo, el primer electrodo 120a puede incluir un ánodo conectado eléctricamente a la unidad de encendido como se describió anteriormente y el segundo electrodo 120b puede incluir un cátodo conectado eléctricamente a tierra 124. Tal como se utiliza en esta divulgación, "tierra" es un punto de referencia común o una ruta conductora que proporciona una línea base para medir voltajes, una ruta de retorno para corrientes eléctricas y un medio para disipar de manera segura el exceso de energía eléctrica. La conexión a tierra 124 puede estar conectada a una superficie conductora de tierra o de otro modo directamente o a través de un conductor de electrodo de conexión a tierra. Dicha conexión puede establecer un nivel de voltaje de referencia (es decir, cero voltios), contra el cual se pueden medir otros voltajes dentro del aparato 100. Adicional o alternativamente, la conexión a tierra 124 puede proporcionar una vía para que el exceso de energía eléctrica se disipe de manera segura en la tierra, reduciendo el riesgo de descarga eléctrica, incendios o daños al equipo del aparato 100.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el reactor de plasma incluye una región de reacción 128 dispuesta entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b, en donde la región de reacción 128 está configurada para permitir una interacción entre la descarga eléctrica (es decir, el plasma) y el medio de cultivo 104. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "región de reacción" es un área o espacio designado dentro del reactor de plasma 116 donde tienen lugar reacciones químicas o físicas específicas. En algunas modalidades, la generación de plasma en la región de reacción puede incluir la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno (RNS), en donde ambas especies son moléculas altamente reactivas formadas principalmente a través de una interacción de oxígeno molecular (O_2) y nitrógeno molecular (N_2) con especies de alta energía, tal como radicales libres, iones y/o electrones generados a través de una descarga eléctrica como se describió anteriormente. En algunos casos, las ROS pueden incluir, entre otros, superóxido ($O_2^{\bullet -}$), radical de hidroxilo ($\bullet OH$), peróxido de hidrógeno (H_2O_2). El plasma puede colisionar con moléculas de O_2 , provocando disociación, ionización o excitación, lo que posteriormente conduce a la formación de ROS a través de reacciones posteriores. En algunos casos, las RNS pueden incluir, entre otros, óxido nítrico ($-NO$), dióxido de nitrógeno ($-NO_2$), peroxinitrito ($ONOO^-$) y similares. El plasma puede colisionar con moléculas de N_2 u otras moléculas que contengan nitrógeno, provocando disociación, ionización o excitación, lo que posteriormente conduce a la formación de RNS a través de reacciones posteriores. En una modalidad, se pueden producir ácidos adicionales como ácido nitroso (HNO_2) y ácido nítrico (HNO_3) debido a la interacción del plasma, el oxígeno, el nitrógeno y el agua. Estos ácidos pueden oxidarse aún más para formar NO_2 y NO_3 .

Aún haciendo referencia a la Figura 1, las ROS y las RNS pueden impulsar varias reacciones químicas y físicas dentro de la región de reacción 128 del reactor de plasma 116 durante el proceso de tratamiento. En una modalidad, las ROS y las RNS pueden participar fácilmente en reacciones de oxidación y reducción; por ejemplo, y entre otros, las ROS y las RNS pueden oxidar compuestos orgánicos, reduciendo la estabilidad de los compuestos orgánicos y conduciendo a su degradación o modificación. En otra modalidad, las ROS y las RNS pueden inactivar o matar eficazmente microorganismos tales como bacterias, virus, hongos y similares; por ejemplo, y entre otros, las ROS y las RNS pueden dañar las estructuras celulares de los microorganismos y alterar sus funciones metabólicas al atacar la pared celular, la membrana celular, las proteínas, los ácidos nucleicos y similares. En otra modalidad, las ROS y las RNS pueden modular procesos celulares tales como señalización celular, expresión genética, respuesta inmune y similares en células procariotas y eucariotas; por ejemplo, y entre otros, en concentraciones bajas, las ROS y las RNS pueden actuar como moléculas de señalización que regulan funciones celulares, mientras que en concentraciones más altas, pueden inducir estrés celular, daño o apoptosis. En otras modalidades, las ROS y las RNS también pueden reaccionar con otras moléculas o especies para generar especies reactivas secundarias.

En un ejemplo no taxativo, y continuando con la referencia a la Figura 1, la región de reacción 128 puede incluir un espacio entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b donde tiene lugar la carga eléctrica y se genera plasma en función de al menos un fluido. En una modalidad, la región de reacción 128 puede incluir un espacio entre al menos un par de electrodos 120a-b, donde el primer electrodo 120a puede ser paralelo al segundo electrodo 120b (es decir, en un efecto corona). En otra modalidad, la región de reacción 128 puede incluir un espacio cilíndrico dentro de una disposición de electrodos coaxiales. En un ejemplo no taxativo, al menos un par de electrodos 120a-b pueden estar dispuestos en una configuración divergente (es decir, en un arco de descarga deslizante). En aún otra modalidad, los electrodos pueden tener un diseño cónico singular que tiene una porción ancha y una posición estrecha, en esta configuración los electrodos pueden montarse en el centro de un cilindro metálico redondo y tanto el gas como el agua pueden introducirse en un método tangencial para alargar el arco o la descarga de plasma. El primer electrodo 120a puede estar configurado para divergir del segundo electrodo 120b en una configuración divergente; por ejemplo, y entre otros, el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b pueden estar ligeramente inclinados. Al menos un par de electrodos 120a-b puede incluir un espacio de aire entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b, en donde el espacio de aire puede ser estrecho en un extremo y ensancharse gradualmente hacia el otro extremo. por ejemplo, y entre otros, el primer electrodo 120a puede estar más cerca entre sí en un extremo y más

lejos en el otro extremo. En algunos casos, cada electrodo de al menos un par de electrodos 120ab puede incluir varias formas, tales como, entre otras, lineal, curva, espiral y similares. En algunos casos, cada electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b puede colocarse simétricamente en ambos lados del reactor de plasma 116 a lo largo del eje de salida del fluido de salida del inyector como se describe a continuación. La distancia entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b se puede ajustar para controlar la intensidad de la descarga eléctrica.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunas modalidades, la región de reacción 128 puede incluir una pluralidad de puntos de arco entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "punto de arco" se refiere a un flujo de electrones entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b. En algunos casos, el punto de arco puede marcar un punto de inicio de una descarga eléctrica. En algunos casos, la posición del punto de arco puede verse influenciada por diversos factores tales como la geometría y el material de al menos un par de electrodos 120a-b, la distancia entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b dentro de al menos un par de electrodos 120a-b, el voltaje recibido, las propiedades de al menos un fluido y similares. En un ejemplo no taxativo, el punto de arco puede incluir una región donde la corriente eléctrica "salta" o "forma un arco" desde el primer electrodo 120a al electrodo 120b. Se puede formar un primer punto de arco en el espacio más estrecho entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b. El primer punto de arco puede incluir un campo eléctrico de máxima intensidad. A medida que se genera plasma, mediante el reactor de plasma 116 a través de una descarga eléctrica, el primer punto de arco puede moverse a lo largo de la superficie de al menos un par de electrodos 120a-b debido a la influencia del campo eléctrico y el flujo de al menos un fluido. Tal movimiento puede introducir el resto de la pluralidad de puntos de arcos a lo largo de la superficie de al menos un par de electrodos 120a-b y asegurar un plasma continuo, sin equilibrio, que mejora la generación de las ROS y/o las RNS descritas anteriormente. El reactor de plasma 116 y sus elementos se describirán con más detalle a continuación con referencia a la Figura 2.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 incluye una unidad de encendido 132 conectada eléctricamente a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "unidad de encendido" es un componente eléctrico responsable de suministrar un voltaje eléctrico inicial necesario para iniciar la descarga eléctrica entre electrodos. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido está configurada para suministrar un voltaje eléctrico a al menos un electrodo. Al menos un electrodo puede incluir un primer electrodo 120a (es decir, ánodo), la unidad de encendido 132 puede incluir una fuente de alimentación. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "fuente de alimentación" es cualquier sistema, dispositivo o medio que proporciona energía,

como, entre otros, energía eléctrica, a un dispositivo. La fuente de alimentación puede proporcionar energía eléctrica a la unidad de encendido 132 y/o a otros dispositivos/componentes dentro del aparato 100 descrito en esta divulgación, tales como, entre otros, el reactor de plasma 116, el inyector, cualquier dispositivo informático y/o similares. En un ejemplo no taxativo, el aparato 100 puede estar conectado eléctricamente a una fuente de alimentación. En algunas modalidades, la fuente de alimentación puede estar conectada eléctricamente externamente al aparato 100. En tal modalidad, la fuente de alimentación puede incluir una fuente de alimentación externa. Como ejemplo no taxativo, la fuente de alimentación externa puede incluir una conexión de toma de corriente de pared, una batería, suministro de corriente continua, fuentes de energía renovables, celdas de combustible, generadores y similares. En una modalidad, la fuente de alimentación puede incluir alimentación de corriente continua (CC). En otra modalidad, la fuente de alimentación puede incluir alimentación de corriente alterna (CA). En algunas modalidades, adicional o alternativamente, la fuente de alimentación puede incluir energía renovable de CA o CC. Como ejemplo no taxativo, la energía renovable de CA o CC puede incluir energía eléctrica generada a partir de fuentes de energía renovables como la solar, la eólica, la hidroeléctrica, la geotérmica y la biomasa. En algunas modalidades, la fuente de alimentación puede incluir una o más celdas de batería. Como ejemplos no taxativos, las celdas de batería pueden ser de iones de litio, alcalinas, de metal de litio o similares. En algunos casos, la transmisión de energía eléctrica puede incluir el uso de un conductor continuo 136. Un "conductor continuo", como se describe en este documento, es un conductor eléctrico, sin ninguna interrupción, hecho de material eléctricamente conductor que es capaz de transportar corriente eléctrica a una distancia. El material eléctricamente conductor puede incluir cualquier material que sea conductor de corriente eléctrica y puede incluir, como ejemplo no taxativo, varios metales como cobre, acero o aluminio, materiales conductores de carbono o cualquier otro material conductor adecuado.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunas modalidades, la unidad de encendido 132 puede estar configurada para convertir un voltaje de entrada más bajo (por ejemplo, 110 V/220 V para voltajes de CA o 12 V/24 V para voltajes de CC) de la fuente de alimentación en un voltaje de salida más alto, proporcionando así la energía eléctrica necesaria para impulsar el reactor de plasma 116. En una modalidad, la unidad de encendido también puede convertir CA a CA. Por ejemplo, los convertidores de CA a CA se pueden utilizar para convertir formas de onda de CA con una frecuencia y magnitud particulares a formas de onda de CA con otra frecuencia y otra magnitud. Por ejemplo, un controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo basado en tiristores que convierte el voltaje alterno fijo directamente en voltaje alterno variable sin un cambio en la frecuencia. El controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo controlado por fase y, por lo tanto, no se requieren

circuitos de conmutación de fuerza y se puede utilizar conmutación natural o de línea. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido 132 puede incluir un transformador de encendido. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "transformador de encendido" es un transformador eléctrico diseñado para generar una salida de alto voltaje que se utiliza para iniciar una descarga eléctrica como se describió anteriormente, en donde el transformador eléctrico es un dispositivo eléctrico pasivo que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro a través del proceso de inducción electromagnética. En algunos casos, se puede utilizar un transformador eléctrico para aumentar o disminuir los niveles de voltaje de la señal eléctrica de corriente alterna (CA) manteniendo la misma frecuencia. En un ejemplo no taxativo, el transformador de encendido puede configurarse para aumentar el voltaje de entrada desde un nivel inferior (de la fuente de alimentación) a un nivel de voltaje más alto requerido por el reactor de plasma 116 para crear un arco eléctrico (es decir, punto de arco).

En algunas modalidades, el transformador de encendido puede incluir dos conjuntos de bobinados, donde los dos conjuntos de bobinados pueden incluir un bobinado primario y un bobinado secundario. Se pueden enrollar dos juegos de bobinados alrededor de un núcleo magnético. En algunos casos, el bobinado primario puede estar conectado a una entrada de voltaje más bajo, mientras que el bobinado secundario puede generar una salida de alto voltaje. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido 132 puede incluir un transformador de encendido configurado para convertir la energía eléctrica recibida de una fuente de alimentación en una descarga de alto voltaje de un rango de voltaje de 6 kV a 30 k. En otra modalidad, el rango de voltaje puede ser de 3 kV a 18 k.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunas modalidades, la unidad de encendido 132 puede ser capaz de convertir voltaje de CA, que oscila periódicamente entre valores positivos y negativos, en corriente continua (CC), que tiene una polaridad constante (positiva o negativa) y no cambia con el tiempo, para que los electrodos conectados produzcan una descarga eléctrica controlada y/o estable para generar y/o mantener el plasma. En algunos casos, es posible que el aparato 100 necesite convertir la fuente de alimentación de CA a CC para realizar una operación pulsada. Durante la operación de plasma pulsado, el reactor de plasma 116 puede operar en un modo pulsado, donde el plasma puede generarse y mantenerse durante períodos cortos seguidos de un período sin descarga eléctrica. La fuente de alimentación de CC se puede controlar y encender y apagar fácilmente según sea necesario, lo que la hace adecuada para el funcionamiento con plasma pulsado. En algunos casos, el aparato 100 puede convertir la fuente de alimentación de CA a CC para reducir el desgaste y la contaminación de los electrodos; por ejemplo, y entre otros, en el reactor de plasma alimentado con CA 116, la polaridad en constante cambio de los electrodos puede conducir a un desgaste acelerado de

los electrodos y a la liberación de material de los electrodos en el plasma generado. En una modalidad, el aparato 100 también puede convertir CA a CA. Por ejemplo, los conversores de CA a CA se pueden utilizar para convertir formas de onda de CA con una frecuencia y magnitud particulares a formas de onda de CA con otra frecuencia y otra magnitud. Por ejemplo, un controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo basado en tiristores que convierte el voltaje alterno fijo directamente en voltaje alterno variable sin un cambio en la frecuencia. El controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo controlado por fase y, por lo tanto, no se requieren circuitos de conmutación de fuerza y se puede utilizar conmutación natural o de línea. Al utilizar una fuente de alimentación de CC, los electrodos pueden mantener una polaridad constante, reduciendo el desgaste y la contaminación y aumentando la vida útil de los electrodos. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido 132 puede incluir un rectificador. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "rectificador" es un dispositivo o circuito eléctrico que convierte CA en CC. El rectificador puede construirse utilizando uno o más diodos, en donde los diodos son dispositivos semiconductores que permiten que la corriente eléctrica fluya en una sola dirección y tienen una baja resistencia al flujo de corriente eléctrica en la dirección directa (cuando el voltaje es positivo) y una alta resistencia al flujo de corriente eléctrica en la dirección inversa (cuando el voltaje es negativo). En algunos casos, un rectificador puede incluir, entre otros, un rectificador de media onda, un rectificador de onda completa y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunas modalidades, la unidad de encendido 132 puede incluir un regulador de potencia (es decir, filtro). Como se describe en esta divulgación, un "regulador de potencia" es un dispositivo eléctrico en 1 que realiza la regulación o redistribución de potencia eléctrica, en donde "regulación de potencia" o "redistribución de potencia", como se describe en este documento, se refiere a un proceso que mantiene el voltaje de la fuente de alimentación por debajo de su valor máximo durante el funcionamiento, la inactividad o la carga. En un ejemplo no taxativo, se puede utilizar un regulador de potencia para eliminar o atenuar frecuencias, ruido o fluctuaciones de voltaje no deseados del voltaje o corriente de salida. El regulador de potencia puede incluir, entre otros, un filtro pasivo, un filtro activo, un filtro EMI/RFI, un regulador de voltaje y similares. Adicional o alternativamente, la unidad de encendido 132 puede incluir un equilibrador. Como se describe en este documento, un "equilibrador" es un dispositivo eléctrico que realiza el equilibrio de potencia, en donde "equilibrio de potencia", para el propósito de esta divulgación, se refiere a un proceso que equilibra la energía eléctrica de una o más primeras fuentes de alimentación (por ejemplo, baterías fuertes) a una o más segundas fuentes de alimentación (por ejemplo, baterías más débiles). Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varios dispositivos/componentes que pueden usarse

dentro de la unidad de encendido 132 del aparato 100.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 incluye un inyector 140 en conexión fluida con al menos un depósito 112. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "inyector" es un componente diseñado para introducir al menos un fluido en el reactor de plasma 116, específicamente, la región de reacción 128 del reactor de plasma 116. En un ejemplo no taxativo, el inyector 140 está configurado para alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción. El reactor de plasma 116 puede entonces utilizar al menos un fluido para generar plasma. "Conexión fluida", a los efectos de esta divulgación, se refiere a una vía o enlace que permite la transferencia de al menos un fluido. En un ejemplo no taxativo, se puede establecer una conexión fluida entre el inyector 140 y al menos un depósito 112 utilizando diversos componentes tales como, entre otros, tubos, tuberías, mangueras, canales o similares para crear una vía continua para el flujo de al menos un fluido.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el inyector 140 puede incluir al menos un acceso de fluido 144. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "acceso de fluido" es un punto de entrada a través del cual se introduce al menos un fluido en el inyector 140 antes de ser alimentado a la región de reacción 128 del reactor de plasma 116 o cualquier otro proceso descrito en esta divulgación. En un ejemplo no taxativo, al menos un acceso de fluido 144 puede estar conectada con la salida de al menos un depósito 112 como se describió anteriormente. En algunos casos, al menos un acceso de fluido 144 puede estar diseñada para proporcionar una conexión segura y sin fugas con el al menos un depósito; por ejemplo, y entre otros, al menos un acceso de fluido 144 puede estar sellada utilizando uno o más elementos de sellado tales como juntas tóricas, juntas, selladores de roscas y similares para asegurar un sellado hermético y/o evitar fugas o contaminación. El inyector 140 puede incluir al menos una salida de fluido 148. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "salida de fluido" es un punto de salida a través del cual se emite al menos un fluido del inyector 140 a la región de reacción 128 del reactor de plasma 116. En algunos casos, al menos una salida de fluido 148 puede estar configurada para permitir que al menos un fluido se libere en la ubicación prevista dentro de la región de reacción 128. por ejemplo, y entre otros, al menos una salida de fluido 148 puede colocarse en el centro y justo encima de al menos un par de electrodos 120a-b. Al menos una salida de fluido 148 puede estar a una distancia con al menos un par de electrodos 120a-b o la región de reacción 128. Esta distancia puede afectar el tiempo y el espacio disponibles para que al menos un fluido se mezcle e interactúe con el plasma u otros componentes del proceso. En algunos casos, al menos una salida de fluido 148 puede configurarse para proporcionar un patrón y dispersión de flujo óptimos del al menos un fluido en la región de reacción 128. En un ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 148 puede incluir una boquilla (es decir, una abertura con forma especial) diseñada para crear una

corriente dirigida y de alta velocidad de al menos un fluido, lo que puede mejorar la mezcla y la dispersión en la región de reacción 128. Una boquilla de este tipo puede incluir, entre otros, una boquilla giratoria, una boquilla de pulverización en abanico, una boquilla de chorro de impacto, una boquilla de múltiples orificios, una boquilla atomizadora y similares.

Adicional o alternativamente, y aún haciendo referencia a la Figura 1, el inyector 140 puede incluir una o más válvulas configuradas para supervisar, controlar o regular de otra manera el flujo de al menos un fluido alimentado a través de la región de reacción 128 del reactor de plasma 116. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "válvula" es un componente que controla la comunicación fluida entre dos o más componentes (por ejemplo, entre al menos un depósito 112 y un inyector 140). Las válvulas ejemplares no taxativas incluyen válvulas direccionales, válvulas de control, válvulas selectoras, válvulas multipuerto, válvulas de retención y similares. Las válvulas pueden incluir cualquier construcción de válvula adecuada, incluidas válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de aguja, válvulas de globo, válvulas de compuerta, válvulas de mariposa de eje centrado tipo wafer, válvulas reguladoras y similares. Las válvulas pueden incluirse en un colector de circuito hidráulico o neumático, permitiendo, por ejemplo, múltiples puertos y rutas de flujo. Las válvulas pueden accionarse mediante cualquier método conocido, como por ejemplo, entre otros, mediante energía hidráulica, neumática, mecánica o eléctrica. Por ejemplo, en algunos casos, una válvula puede ser accionada por un solenoide energizado o un motor eléctrico. Los actuadores de válvulas, y por tanto las válvulas mismas, pueden ser controlados por un dispositivo informático como se describe con más detalle a continuación. El dispositivo informático puede estar en comunicación con la válvula, por ejemplo, mediante uno o más de los siguientes: comunicación eléctrica, comunicación hidráulica, comunicación neumática, comunicación mecánica y similares. Además, el inyector 140 y sus elementos se explicarán con mayor detalle más adelante en esta divulgación.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 incluye un regulador de presión configurado para transferir al menos un fluido al inyector. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "regulador de presión" o "sistema de regulación de presión" es un componente y/o mecanismo diseñado para controlar y mantener la presión de al menos un fluido, en donde dicha presión impulsa el flujo del al menos un fluido hacia el reactor de plasma 116. En una modalidad, el flujo de fluido puede regularse mediante la presión del gas, ya que una mayor presión de gas produce un mayor flujo de fluido. En algunos casos, una mayor presión de gas también regula el tamaño de las gotas de fluido; por ejemplo, una mayor presión de gas equivale a un tamaño de gota de agua más pequeño. En una modalidad, el sistema de regulación de presión puede incluir un sistema de presión atmosférica. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sistema de presión atmosférica" es un mecanismo que controla

la presión de al menos un fluido que se introduce en el reactor de plasma 116 alrededor de la presión atmosférica. "Presión atmosférica", a los efectos de esta divulgación, es la presión ejercida por el peso del aire en la atmósfera de la Tierra al nivel del mar, que es de aproximadamente 101,3 kilopascales (kPa) o 14,7 libras por pulgada cuadrada (psi). En algunas modalidades, el regulador de presión y/o el sistema de regulación de presión pueden garantizar que al menos un fluido que se inyecta en la región de reacción 128 del reactor de plasma 116 se mantenga a presión atmosférica o cerca de ella. En algunas modalidades, el regulador de presión y/o el sistema de regulación de presión pueden ser responsables de transferir el fluido desde al menos un depósito 112 al inyector 140, proporcionando un flujo constante y controlado de al menos un fluido hacia la región de reacción 128 del reactor de plasma 116.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunos casos, el regulador de presión y/o el sistema de regulación de presión pueden incluir un componente de flujo conectado con al menos un depósito 112 configurado para hacer fluir al menos un fluido desde al menos un acceso de fluido 144 del inyector 140 o una salida de al menos un depósito 112 a al menos una salida de fluido 148 del inyector 140. El regulador de presión puede incluir las válvulas descritas anteriormente. En algunas modalidades, el componente de flujo puede incluir un componente de flujo pasivo configurado para iniciar un proceso de flujo pasivo. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "componente de flujo pasivo" es un componente que imparte un flujo pasivo en al menos un fluido, en donde el "flujo pasivo", para el propósito de esta divulgación, es el flujo de fluido, que se induce en ausencia de actuadores, campos o fuentes de alimentación externos. Un "proceso de flujo pasivo", como se describe en este documento, es una pluralidad de acciones o pasos realizados en un componente de flujo pasivo para impartir un flujo pasivo en al menos un fluido. En un ejemplo no taxativo, con un regulador de presión y/o un sistema de regulación de presión que incluye un componente de flujo pasivo, el inyector 140 puede ser capaz de alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción 128 en función del proceso de flujo pasivo. El componente de flujo pasivo puede emplear una o más técnicas de flujo pasivo para iniciar el proceso de flujo pasivo; por ejemplo, y entre otros, las técnicas de flujo pasivo pueden incluir ósmosis, acción capilar, voltaje superficial, presión, flujo impulsado por gravedad, flujo hidrostático, vacíos y similares. El componente de flujo pasivo puede estar en comunicación fluida con al menos un depósito 112.

Aún haciendo referencia a la Figura 1, en otras modalidades, un componente de flujo puede incluir un componente de flujo activo configurado para iniciar un proceso de flujo activo. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "componente de flujo activo" es un componente que imparte un flujo activo en un fluido, en donde el "flujo activo", para el propósito de esta divulgación, es el flujo de fluido, que se induce mediante

actuadores, campos o fuentes de alimentación externos. Un "proceso de flujo activo", como se describe en este documento, es una pluralidad de acciones o pasos realizados en un componente de flujo activo para impartir un flujo activo en al menos un fluido. En algunas modalidades, el componente de flujo activo puede estar conectado eléctricamente a una fuente de alimentación como se describió anteriormente. En un ejemplo no taxativo, con un regulador de presión y/o un sistema de regulación de presión que incluye un componente de flujo activo, el inyector 140 puede ser capaz de alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción 128 en función del proceso de flujo activo. La presión y/o el sistema de regulación de presión pueden estar configurados para presurizar al menos un fluido que ingresa a la región de reacción 128 del reactor de plasma 116; por ejemplo, y entre otros, el componente de flujo activo del regulador de presión y/o del sistema de regulación de presión puede incluir una o más bombas. La bomba puede incluir una bomba de presión sustancialmente constante (por ejemplo, bomba centrífuga) o una bomba de flujo sustancialmente constante (por ejemplo, bomba de desplazamiento positivo, bomba de engranajes y similares). La bomba puede ser hidrostática o hidrodinámica. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "bomba" es una fuente mecánica de energía que convierte la energía mecánica en energía fluida. Una bomba puede generar flujo con suficiente potencia para superar la presión inducida por una carga en una salida de bomba. Una bomba puede generar un vacío en una entrada de bomba, forzando así el fluido desde un depósito hacia la entrada de la bomba y mediante acción mecánica entregando este fluido a una salida de la bomba. Las bombas hidrostáticas son bombas de desplazamiento positivo.

Las bombas hidrodinámicas pueden ser bombas de desplazamiento fijo, en las que el desplazamiento no se puede ajustar, o bombas de desplazamiento variable, en las que el desplazamiento se puede ajustar. Las bombas ejemplares no taxativas incluyen bombas de engranajes, bombas de paletas rotativas, bombas de tornillo, bombas de eje doblado, bombas de pistones axiales en línea, bombas de pistones radiales y similares. La bomba puede ser accionada por cualquier fuente de trabajo mecánico rotacional, por ejemplo, entre otros, un motor eléctrico o una toma de fuerza de una fuente de alimentación. La bomba puede estar en comunicación fluida con al menos un depósito 112. Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 puede incluir además un condensador 156 dispuesto dentro de la región de reacción por encima o por debajo de la cámara de tratamiento. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "condensador" es un componente configurado para recoger productos reactivos generados a partir de una descarga eléctrica dentro de la región de reacción 128 del reactor de plasma 116. El condensador 156 puede estar hecho de lana de acero, lana de metal, cobre, acero al carbono y similares. El condensador 156 puede estar ubicado en la salida o cerca de esta y/o puede estar montado en la parte inferior de la región de reacción 128 para permitir que el agua vaporizada se

condense en gotas de agua. En una modalidad, el condensador 156 puede ser un trozo de lana de acero que se coloca en el fondo del aparato 100 o en un conducto o tubería conectado a él. En algunos casos, el condensador 156 puede estar dispuesto dentro de un conducto. En una modalidad, el condensador 156 puede no ser un componente externo sino que puede estar integrado dentro de un conducto en donde el conducto puede incluir una tubería que permite el flujo de fluidos tales como gases o líquidos, desde una parte del condensador 156 a otra o desde el condensador 156 a otro componente del aparato 100. En algunas modalidades, el condensador 156 puede colocarse estratégicamente entre la región de reacción 128 configurada para recoger productos reactivos antes de que entren en contacto con el medio de cultivo 104 contenido en la cámara de tratamiento 108. En algunos casos, los productos reactivos pueden incluir iones, radicales libres, electrones, moléculas excitadas y similares como se describió anteriormente; por ejemplo, y entre otros, las ROS y/o las RNS. En otros casos, los productos reactivos pueden incluir subproductos o productos de desecho producidos durante el proceso de tratamiento. En un ejemplo no taxativo, los productos reactivos pueden incluir monóxido de carbono (CO) y/o dióxido de carbono (CO₂), en donde estos gases pueden producirse como resultado de la descomposición del medio de cultivo 104 o la reacción de una descarga eléctrica con impurezas en el medio de cultivo 104. Otros subproductos o productos de desecho ejemplares pueden incluir, entre otros, ozono, compuestos orgánicos volátiles (VOC) y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el condensador 156 puede incluir una cámara de enfriamiento. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "cámara de enfriamiento" es un componente configurado para enfriar rápidamente los productos reactivos que provienen (es decir, caen) de la región de reacción 128 del reactor de plasma. En algunas modalidades, la cámara de enfriamiento puede configurarse para garantizar una transferencia de calor eficiente y mantener condiciones de temperatura óptimas para el proceso de condensación. La cámara de enfriamiento puede construirse con materiales con conductividad térmica, como, entre otros, cobre, aluminio, acero inoxidable y similares. En algunos casos, los materiales también pueden ser químicamente resistentes a los productos reactivos y al menos a un fluido utilizado en el sistema. La cámara de enfriamiento puede ser no conductora y estar construida con materiales tales como, entre otros, plásticos, vidrio, fibra de vidrio y similares. En algunas modalidades, la cámara de enfriamiento del condensador 156 puede diseñarse en una forma consistente con la forma del reactor de plasma 116 o la cámara de tratamiento 108; por ejemplo, y entre otros, la cámara de enfriamiento puede diseñarse en una forma cilíndrica, consistente con la forma del reactor de plasma 116 y la cámara de tratamiento 108 para optimizar el flujo de productos reactivos y maximizar un área de superficie de contacto entre un medio de enfriamiento y productos reactivos, en donde el medio de enfriamiento puede incluir

agua, aire, refrigerante y/o similares configurados para eliminar el calor de los productos reactivos de manera eficiente. En algunos casos, el interior de la cámara de enfriamiento puede estar equipado con aletas, bobinas, placas y/o similares para mejorar aún más el proceso de transferencia de calor (es decir, aumentando el área de superficie de la cámara de enfriamiento). En un ejemplo no taxativo, la cámara de enfriamiento puede incluir un intercambiador de calor, en donde el intercambiador de calor puede estar configurado para facilitar la transferencia de calor de los productos reactivos al medio de enfriamiento.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el condensador 156 puede incluir una superficie de recolección. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "superficie de recolección" es un área designada dentro del condensador 156 donde los productos reactivos entran en contacto con la cámara de enfriamiento y experimentan un cambio de fase, pasando de un primer estado a un segundo estado. En un ejemplo no taxativo, la superficie de recolección puede configurarse para permitir que los productos reactivos en estado gaseoso pasen al estado líquido. Tal transición puede permitir que el aparato 100 recoja de manera eficiente y posteriormente manipule o transporte sustancias condensadas. En algunas modalidades, la superficie de recolección puede incluir varias características de superficie tales como, entre otros, crestas, canales y similares para facilitar el flujo de sustancias condensadas/recolectadas. En un ejemplo no taxativo, la superficie de recolección puede incluir una superficie plana, en donde la superficie plana puede incluir una pluralidad de canales o ranuras diseñados para facilitar el flujo de productos reactivos condensados lejos de la superficie de recolección. Adicional o alternativamente, la superficie de recolección puede incluir un acabado superficial; por ejemplo, y entre otros, la superficie de recolección puede estar terminada o tratada (por ejemplo, usando un recubrimiento hidrófobo, un recubrimiento hidrófilo y/o similares) para mejorar las propiedades de humectación y reducir la tensión superficial, mejorando así aún más la eficiencia de condensación y el flujo de fluido.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el condensador 156 puede incluir al menos un conducto. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "conducto" es una vía para que las sustancias (es decir, productos reactivos condensados) se muevan de una ubicación a otra ubicación dentro del aparato 100. En un ejemplo no taxativo, el condensador 156 puede utilizar uno o más conductos para transferir productos reactivos condensados desde la superficie de recolección al medio de cultivo 104 contenido en la cámara de tratamiento 108. En algunos casos, el conducto puede diseñarse con una sección transversal circular. En algunos casos, los conductos pueden aislarse térmicamente para mantener una temperatura deseada de los productos reactivos condensados y/o evitar reacciones químicas no deseadas durante el transporte utilizando materiales como fibra de vidrio. En algunas modalidades, uno o más conductos pueden conectarse a la superficie de recolección

de una manera que garantice una conexión a prueba de fugas; por ejemplo, y entre otros, dicha conexión entre la superficie de recolección y uno o más conductos puede establecerse utilizando accesorios roscados, accesorios de compresión, bridas y similares. En algunas modalidades, uno o más conductos pueden enrutarse desde la superficie de recolección hasta la cámara de tratamiento 108 con una interferencia mínima con otros componentes del aparato 100 para garantizar un flujo uniforme de los productos reactivos condensados; por ejemplo, y entre otros, se puede instalar un soporte y/o anclaje adecuado de los conductos para evitar que los conductos se comben, vibren o experimenten cualquier otra tensión mecánica que pueda causar fugas o daños. Adicional o alternativamente, los conductos pueden incorporar una o más válvulas para regular el flujo de productos reactivos condensados hacia la cámara de tratamiento 108. Las válvulas pueden incluir cualquier válvula descrita en esta divulgación. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varios dispositivos/componentes que pueden usarse dentro de el condensador 156 del aparato 100.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 puede incluir un dispositivo informático configurado para controlar varios componentes internos como se describió anteriormente, tales como, entre otros, el reactor de plasma 116, la unidad de encendido 132, el inyector 140, el condensador 156 y similares. El dispositivo informático puede incluir cualquier dispositivo informático como se describe en esta divulgación, incluyendo, entre otros, un microcontrolador, un microprocesador, un procesador de señal digital (DSP) y/o un sistema en un chip (SoC) como se describe en esta divulgación. El dispositivo informático puede incluir, estar incluido en y/o comunicarse con un dispositivo móvil, como un teléfono móvil o un teléfono inteligente. Un dispositivo informático puede incluir un único dispositivo informático que funcione independientemente, o puede incluir dos o más dispositivos informáticos que funcionen en conjunto, en paralelo, secuencialmente o de forma similar; dos o más dispositivos informáticos pueden estar incluidos juntos en un único dispositivo informático o en dos o más dispositivos informáticos. El dispositivo informático puede interactuar o comunicarse con uno o más dispositivos adicionales, como se describe a continuación con más detalle, a través de un dispositivo de interfaz de red. El dispositivo de interfaz de red se puede utilizar para conectar un dispositivo informático a una o más de una variedad de redes y a uno o más dispositivos. Los ejemplos de un dispositivo de interfaz de red incluyen, entre otros, una tarjeta de interfaz de red (por ejemplo, una tarjeta de interfaz de red móvil, una tarjeta LAN), un módem y cualquier combinación de estos. Los ejemplos de una red incluyen, entre otros, una red de área amplia (por ejemplo, Internet, una red empresarial), una red de área local (por ejemplo, una red asociada con una oficina, un edificio, un campus u otro espacio geográfico relativamente pequeño), una red telefónica, una red de datos asociada con un proveedor de teléfono/voz (por ejemplo,

una red de datos y/o voz de un proveedor de comunicaciones móviles), una conexión directa entre dos dispositivos informáticos y cualquier combinación de estos. Una red puede emplear un modo de comunicación cableado y/o inalámbrico. En general, se puede utilizar cualquier topología de red. La información (por ejemplo, datos, software, etc.) puede comunicarse hacia y/o desde una computadora y/o un dispositivo informático. El dispositivo informático puede incluir, entre otros, por ejemplo, un dispositivo informático o un grupo de dispositivos informáticos en una primera ubicación y un segundo dispositivo informático o grupo de dispositivos informáticos en una segunda ubicación. El dispositivo informático puede incluir uno o más dispositivos informáticos dedicados al almacenamiento de datos, seguridad, distribución de tráfico para equilibrar la carga y similares. El dispositivo informático puede distribuir una o más tareas informáticas como se describe a continuación entre una pluralidad de dispositivos informáticos, que pueden funcionar en paralelo, en serie, de manera redundante o de cualquier otra manera utilizada para la distribución de tareas o memoria entre dispositivos informáticos. El dispositivo informático puede implementarse utilizando una arquitectura de "nada compartido" en la que los datos se almacenan en caché en el worker; en una modalidad, esto puede permitir la escalabilidad del aparato 100 y/o del dispositivo informático.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el dispositivo informático puede diseñarse y/o configurarse para realizar cualquier método, paso de método o secuencia de pasos de método en cualquier modalidad descrita en esta divulgación, en cualquier orden y con cualquier grado de repetición. Por ejemplo, un dispositivo informático puede configurarse para realizar un solo paso o secuencia repetidamente hasta que se logre un resultado deseado u ordenado; la repetición de un paso o una secuencia de pasos puede realizarse de manera iterativa y/o recursiva utilizando salidas de repeticiones anteriores como entradas para repeticiones posteriores, agregando entradas y/o salidas de repeticiones para producir un resultado agregado, reducción o disminución de una o más variables tales como variables globales, y/o división de una tarea de procesamiento más grande en un conjunto de tareas de procesamiento más pequeñas abordadas iterativamente. El dispositivo informático puede realizar cualquier paso o secuencia de pasos como se describe en esta divulgación en paralelo, como realizar de manera simultánea y/o sustancialmente simultánea un paso dos o más veces utilizando dos o más subprocesos paralelos, núcleos de procesador o similares; la división de tareas entre subprocesos y/o procesos paralelos se puede realizar de acuerdo con cualquier protocolo adecuado para la división de tareas entre iteraciones. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varias formas en las que los pasos, las secuencias de pasos, las tareas de procesamiento y/o los datos pueden subdividirse, compartirse o tratarse de otro modo mediante iteración, recursión y/o procesamiento paralelo.

Aún haciendo referencia a la Figura 1, en algunas modalidades, los componentes internos del aparato 100 pueden estar en comunicación con el dispositivo informático utilizando una o más señales. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "señal" es una representación de datos inteligible para humanos y/o legible por máquinas, por ejemplo y entre otros, una señal eléctrica y/o digital de un dispositivo a otro; las señales pueden transmitirse utilizando cualquier conexión comunicativa adecuada. Tal como se utiliza en esta divulgación, "conectado comunicativamente" significa conectado mediante una conexión, unión o enlace entre dos o más elementos relacionados que permite la recepción y/o transmisión de información entre ellos. por ejemplo, y entre otros, esta conexión puede ser cableada o inalámbrica, directa o indirecta, y entre dos o más componentes, circuitos, dispositivos, sistemas y similares, lo que permite la recepción y/o transmisión de datos y/o señales entre ellos. Los datos y/o señales entre ellos pueden incluir, entre otros, datos y/o señales eléctricos, electromagnéticos, magnéticos, de video, de audio, de radio y de microondas, combinaciones de estos y similares, entre otros. Una conexión comunicativa puede lograrse, por ejemplo y entre otros, a través de comunicación electrónica, digital o analógica, cableada o inalámbrica, ya sea directamente o por medio de uno o más dispositivos o componentes intermedios. Además, la conexión comunicativa puede incluir el acoplamiento o conexión eléctrica de al menos una salida de un dispositivo, componente o circuito a al menos una entrada de otro dispositivo, componente o circuito. por ejemplo, y entre otros alguna, a través de un bus u otra estructura de intercomunicación entre elementos de un dispositivo informático. La conexión comunicativa también puede incluir conexiones indirectas a través de, por ejemplo y entre otros, conexión inalámbrica, comunicación por radio, red de área amplia de baja potencia, comunicación óptica, acoplamiento magnético, capacitivo u óptico, y similares. En algunos casos, se puede utilizar la terminología "acoplado comunicativamente" en lugar de conectado comunicativamente en esta divulgación. Una señal puede incluir una señal óptica, una señal hidráulica, una señal neumática, una señal mecánica, una señal eléctrica, una señal digital, una señal analógica y similares. En algunos casos, se puede utilizar una señal para comunicarse con un dispositivo informático, por ejemplo a través de uno o más puertos. En algunos casos, una señal puede ser transmitida y/o recibida por un dispositivo informático, por ejemplo a través de un puerto de entrada/salida. Una señal analógica se puede digitalizar, por ejemplo, mediante un conversor de analógico a digital. En algunos casos, se puede procesar una señal analógica, por ejemplo mediante cualquiera de los pasos de procesamiento de señal analógica descritos en esta divulgación, antes de la digitalización. En algunos casos, se puede utilizar una señal digital para comunicarse entre dos o más dispositivos, incluidos, entre otros, dispositivos informáticos. En algunos casos, una señal digital puede comunicarse mediante uno o más protocolos de comunicación, incluidos, entre otros, el protocolo de Internet (IP), protocolos de red de área del controlador (CAN),

protocolos de comunicación en serie (por ejemplo, receptor-transmisor asíncrono universal [UART]), protocolos de comunicación paralelos (por ejemplo, IEEE 128 [puerto de impresora]) y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunos casos, el aparato 100 o el dispositivo informático pueden realizar uno o más pasos de procesamiento de señales. Por ejemplo, el aparato 100 o el dispositivo informático pueden analizar, modificar o sintetizar una señal representativa de datos para mejorarla, por ejemplo, mejorando la transmisión, la eficiencia de almacenamiento o la relación señal/ruido. Algunos ejemplos de métodos de procesamiento de señales incluyen métodos analógicos, de tiempo continuo, discretos, digitales, no lineales y estadísticos. El procesamiento de señales analógicas puede realizarse en señales no digitalizadas o analógicas. Los procesos analógicos ejemplares pueden incluir filtros pasivos, filtros activos, mezcladores aditivos, integradores, líneas de retardo, compensadores, multiplicadores, filtros controlados por voltaje, osciladores controlados por voltaje, bucles de enganche de fase y/o cualquier otro proceso que utilice amplificadores operacionales u otros elementos de circuitos analógicos. El procesamiento de señales en tiempo continuo se puede utilizar, en algunos casos, para procesar señales que varían continuamente dentro de un dominio, por ejemplo el tiempo. Los procesos ejemplares no taxativos de tiempo continuo pueden incluir el procesamiento del dominio del tiempo, el procesamiento del dominio de la frecuencia (transformada de Fourier) y el procesamiento del dominio de la frecuencia complejo. El procesamiento de señales de tiempo discreto se puede utilizar cuando una señal se muestrea de manera no continua o en intervalos de tiempo discretos (es decir, se cuantifica en el tiempo). El procesamiento de señales analógicas de tiempo discreto puede procesar una señal utilizando los siguientes circuitos de ejemplo: circuitos de muestreo y retención, multiplexores de división de tiempo analógicos, líneas de retardo analógicas y registros de desplazamiento de retroalimentación analógica. El procesamiento de señales digitales se puede utilizar para procesar señales muestreadas en tiempo discreto digitalizadas. Comúnmente, el procesamiento de señales digitales puede ser realizado por un dispositivo informático u otros circuitos digitales especializados, como por ejemplo, entre otros, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) o un procesador de señales digitales (DSP) especializado. El procesamiento de señales digitales se puede utilizar para realizar cualquier combinación de operaciones aritméticas típicas, incluidas operaciones de punto fijo y punto flotante, de valor real y de valor complejo, multiplicación y suma. El procesamiento de señales digitales también puede operar con buffers circulares y tablas de búsqueda. Otros ejemplos no taxativos de algoritmos que pueden realizarse según técnicas de procesamiento de señales digitales incluyen la transformada rápida de Fourier (FFT), el filtro de respuesta de impulso finito (FIR), el filtro de respuesta de impulso infinito

(IIR) y filtros adaptativos como los filtros de Wiener y Kalman. El procesamiento estadístico de señales se puede utilizar para procesar una señal en función aleatoria (es decir, un proceso estocástico), utilizando propiedades estadísticas. Por ejemplo, en algunas modalidades, una señal puede modelarse con una distribución de probabilidad que indica ruido, que luego puede usarse para reducir el ruido en una señal procesada.

Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato 100 puede incluir una carcasa 160 configurada para albergar varios componentes internos tales como, entre otros, la cámara de tratamiento 108, el reactor de plasma 116, la unidad de encendido 132, el inyector 140, el regulador de presión, el condensador 156, el dispositivo informático y similares a estos. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "carcasa" es una estructura o recinto exterior que contiene y soporta varios componentes internos del aparato 100. En algunos casos, la carcasa 160 puede proporcionar protección, estabilidad y/u organización al aparato 100. En una modalidad, la carcasa 160 puede estar diseñada para alojar y sujetar de forma segura los componentes internos del aparato 100. En algunos casos, la carcasa 160 puede incluir una pluralidad de capas, en donde uno o más componentes internos del aparato 100 pueden colocarse estratégicamente en cada capa de la pluralidad de capas, minimizando así la interferencia física o funcional entre los componentes internos del aparato 100. En un ejemplo no taxativo, la carcasa 160 puede incluir una primera capa que incorpora una unidad de encendido 132, una segunda capa que incorpora un inyector 140, una tercera capa que incorpora un reactor de plasma 116 y una cuarta capa que incorpora una cámara de tratamiento 108 que contiene un medio de cultivo 104. Cada capa puede estar físicamente aislada pero conectada funcionalmente por varios medios (por ejemplo, conexión fluida, conexión eléctrica y similares); por ejemplo y entre otros, el conductor continuo 136 puede usarse para conectar la unidad de encendido 132 y al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b del reactor de plasma 116 configurado para transmitir energía eléctrica desde la primera capa de la carcasa 160 a la tercera capa de la carcasa 160, en donde el conductor continuo puede viajar desde la primera capa de la carcasa 160 a la tercera capa de la carcasa 160 a través de la segunda capa de la carcasa 160 externamente. En otro ejemplo, y entre otros, al menos una salida de fluido 148 del inyector 140 puede estar fijada mecánicamente a la parte inferior de la segunda capa o a la parte superior de la tercera capa de la carcasa 160, en donde la al menos una salida de fluido 148 puede incluir un primer extremo conectado al inyector 140 y un segundo extremo extendido hacia la tercera capa de la carcasa 160 que incorpora el reactor de plasma 116. En dicha modalidad, al menos un fluido contenido dentro de al menos un depósito 112 puede introducirse en el reactor de plasma 116 y además a través de la región de reacción 128 desde la segunda capa de la carcasa 160 a la tercera capa de la carcasa 160. Adicional o alternativamente,

la carcasa 160 puede incluir un aislamiento adecuado del cable del electrodo (conductor continuo 136) configurado para evitar cortocircuitos eléctricos o interferencias con otros componentes en la carcasa 160. En un ejemplo no taxativo, se puede utilizar un aislante en un punto donde el conductor continuo 136 pasa a través de la carcasa 160, como se describe con más detalle con referencia a la Figura 2.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 2, una Figura 2 ejemplar es una modalidad ejemplar de un conjunto de reactor de plasma 200. El conjunto del reactor de plasma 200 puede incluir una carcasa 204. En una modalidad, la carcasa 204 puede ser una parte de la carcasa 160 como se describió anteriormente. En otra modalidad, la carcasa 204 puede ser una carcasa separada configurada para albergar únicamente el reactor de plasma 116. En un ejemplo no taxativo, el reactor de plasma 116 puede tener doble carcasa, donde la carcasa 204 puede estar dispuesta dentro de la tercera capa de la carcasa 160, como se ilustra en la Figura 1. Al menos un par de electrodos 120a-b y la región de reacción 128 entre los electrodos de al menos un par de electrodos 120a-b pueden estar dispuestos dentro de la carcasa 204. En algunos casos, la carcasa 204 puede moldearse por inyección a través de un molde inyectable. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "molde inyectable" es una herramienta de fabricación para producir piezas de plástico. La fabricación de la carcasa 204 puede incluir el uso de un proceso de moldeo por inyección, en donde el proceso de moldeo por inyección puede implicar el uso de un molde inyectable configurado para crear una forma y características específicas de la carcasa 204. En algunas modalidades, el molde inyectable puede incluir dos mitades que están unidas entre sí, con una o más cavidades en el medio, donde las cavidades pueden definir la forma de la carcasa 204. En algunos casos, se puede inyectar material tal como, entre otros, plástico fundido en el molde inyectable a alta presión, llenando el espacio y tomando la forma del molde inyectable. El proceso de moldeo por inyección puede incluir un proceso de enfriamiento que está configurado para enfriar o solidificar el material inyectado. A continuación, se puede abrir el molde inyectable y retirar la carcasa terminada 204. En algunas modalidades, el molde inyectable puede mecanizarse con precisión según la forma y el tamaño deseados de la carcasa 204. En un ejemplo no taxativo, la carcasa 204 puede incluir un cilindro hueco.

Continuando con la referencia a la Figura, uno o más conductores continuos 136a-b pueden pasar a través de la carcasa 204, con un extremo conectado eléctricamente a al menos un electrodo 208 de al menos un par de electrodos 120a-b. En algunos casos, al menos un electrodo 208 puede incluir un primer electrodo 120a. En otros casos, al menos un electrodo 208 puede incluir un segundo electrodo 120b. Otro extremo del conductor continuo 136a-b puede conectarse a la unidad de encendido 132 o a tierra 124, como se describió anteriormente con referencia a la Figura 1. En

algunas modalidades, se pueden utilizar uno o más aislantes 212a-b en el punto donde el conductor continuo 136a-b atraviesa la carcasa 204. Un "aislante", a los efectos de esta divulgación, es un material que no conduce fácilmente el calor, la electricidad o el sonido. En un ejemplo no taxativo, los aislantes 212a-b pueden incluir aislantes eléctricos, en donde los aislantes eléctricos son materiales que tienen alta resistividad eléctrica. Es posible que los aislantes eléctricos no conduzcan fácilmente la corriente eléctrica, lo que impide el flujo de electricidad entre el reactor de plasma 116 y otros componentes excepto la unidad de encendido 132, lo que reduce el riesgo de cortocircuitos, descargas eléctricas, interferencias y similares. Los aislantes eléctricos ejemplares pueden incluir plásticos, cerámicas, vidrio, caucho y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 2, cada electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b puede incluir un ángulo de inclinación 216. En un ejemplo no taxativo, al menos un electrodo 208 puede incluir un ángulo de inclinación 216 de entre 6 grados y 8 grados, de modo que el ángulo entre las caras del al menos un par de electrodos sea de 12 grados a 16 grados. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "ángulo de inclinación" de un electrodo se refiere a un ángulo entre el eje longitudinal del electrodo y un plano o eje de referencia dentro del reactor de plasma 116. En una modalidad, la forma de cono de la descarga del inyector puede ser de 12 grados a 15 grados y el ángulo de inclinación del electrodo 208 puede ser de 6 grados a 8 grados. En una modalidad, la inclinación del inyector puede coincidir con el electrodo 208 o viceversa. En algunos casos, el ángulo de inclinación 216 puede afectar las características del plasma generado entre los electrodos en la región de reacción 128 tales como, entre otros, la distribución del campo eléctrico, la eficiencia del proceso de descarga eléctrica, la interacción con especies reactivas (por ejemplo, las ROS, las RNS y similares) dentro del plasma.

Continuando con la referencia a la Figura 2, el inyector 140 puede conectarse al reactor de plasma 116 a través de una brida de montaje de inyector 220. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "brida de montaje de inyector" es un componente mecánico utilizado para fijar de forma segura el inyector 140 a la carcasa 204 de manera confiable y a prueba de fugas. En un ejemplo no taxativo, la brida de montaje de inyector 220 puede incluir una interfaz 224 entre el inyector 140 y el reactor de plasma 116. En algunos casos, al menos una salida de fluido 148 de inyector 140 puede incluir un adaptador roscado. Tanto al menos una salida de fluido 148 como una interfaz 224 pueden incluir una sección roscada; por ejemplo, y entre otros, al menos una salida de fluido 148/interfaz 224 puede incluir una sección roscada macho/hembra, en donde las secciones roscadas macho y hembra son compatibles (es decir, coincidentes). El inyector 140 puede roscarse, a través de al menos una salida de fluido 148 con un adaptador roscado, en la brida de montaje de inyector 220 en la interfaz 224. En una modalidad, la parte inferior del inyector 140 puede ser

una salida de fluido 148 que tiene una abertura en la parte inferior que permite que el gas y el agua salgan en un cono de pulverización controlado. El exterior de la salida de fluido 148 puede estar roscado. La brida de montaje 220 puede presentar una interfaz 224 con roscas coincidentes en el centro de esta, lo que permite que el inyector 140 se conecte a ella de forma segura. En una modalidad, la posición de la salida de fluido 148 en la brida de montaje 220 puede permitir la liberación del gas y el agua para salir directamente al centro de la región de reacción 128.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 3, se ilustra una modalidad ejemplar de un inyector 140 con un componente de ajuste de flujo 304. En algunas modalidades, el inyector 140 puede incluir una pluralidad de accesos de fluido 144a-b. En un ejemplo no taxativo, el inyector 140 puede incluir un primer acceso de fluido 144a en conexión fluida con el primer depósito, en donde el primer acceso de fluido puede estar configurada para aceptar el primer fluido del primer depósito. El primer fluido puede incluir uno o más gases como se describió anteriormente. El inyector 140 puede incluir un segundo acceso de fluido 144b en conexión fluida con el segundo depósito, en donde el segundo acceso de fluido 144b puede estar configurada para aceptar el segundo fluido del segundo depósito. El segundo fluido puede incluir líquido tal como, entre otros, agua. En algunos casos, al menos una salida de fluido 148 puede estar configurada para emitir una mezcla de primer fluido y segundo fluido en forma de gotas al reactor de plasma. Tal como se utiliza en esta divulgación, el término "gotas" se refiere a partículas líquidas pequeñas y de forma esférica. En un ejemplo no taxativo, el inyector 140 puede producir gotas a través de diferentes mecanismos, tales como, entre otros, atomización impulsada por presión, atomización ultrasónica, atomización electrostática y similares. El inyector 140 puede descomponer el segundo fluido en pequeñas gotas que luego pueden dispersarse y mezclarse con el primer fluido. En algunos casos, las gotas pueden transportar reactivos a la región de reacción 128 del reactor de plasma 116. En algunos casos, las gotas pueden mejorar la mezcla y la interacción entre diferentes fluidos o especies reactivas dentro del reactor de plasma, mejorando así la eficiencia y/o uniformidad del proceso de tratamiento.

Continuando con la referencia a la Figura 3, tal como se utiliza en esta divulgación, un "componente de ajuste de flujo" es un dispositivo que permite el control y la regulación precisos del caudal de fluido a través del inyector. En algunos casos, el componente de ajuste de flujo 304 puede incluir una válvula de control de flujo manual que se puede ajustar a mano para regular el caudal de fluido a través del inyector 140. En un ejemplo no taxativo, girando una perilla, se puede cambiar la apertura de la válvula o la apertura de al menos una salida de fluido 148, permitiendo que más o menos fluido pase a través del inyector 140 o se introduzca en el reactor de plasma 116. Adicional o alternativamente, el componente de ajuste de flujo 304 puede incluir una relación de reducción en 8 veces. Tal como se utiliza en esta

divulgación, una "relación de reducción" es una medida de la versatilidad y flexibilidad del componente de ajuste de flujo 304 que indica qué tan bien el componente de ajuste de flujo 304 puede adaptarse a diferentes requisitos de caudal dentro de un sistema. Dicho componente de ajuste de flujo 304 puede controlar el caudal de fluido en un rango de ocho veces el caudal mínimo. Por ejemplo, si el caudal mínimo del componente de ajuste de flujo 304 es 1 galón por minuto (GPM), una relación de reducción en 8 veces puede indicar que el componente de ajuste de flujo 304 puede regular eficazmente los caudales desde 1 GPM hasta 8 GPM. En un ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 148 del inyector 140 puede emitir gas y gotas de agua 308 de 5-8 μ en un cono de pulverización 312 de 12-15 grados. En una modalidad, el componente de ajuste 304 puede terminar el flujo de fluido.

Ahora, con referencia a la Figura 4, se ilustra una modalidad ejemplar de un inyector de vapor piezoeléctrico, tal como un inyector piezoeléctrico de vapor de agua 400. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "inyector piezoeléctrico de vapor de agua" es un tipo de inyector 140 que utiliza tecnología piezoeléctrica para generar vapor de agua atomizando al menos un líquido (es decir, un segundo fluido) en gotas finas como se describió anteriormente. "Vapor de agua", como se describe aquí, es la fase gaseosa del agua (es decir, el segundo fluido), que se produce cuando las moléculas de agua ganan suficiente energía para liberarse del estado líquido y dispersarse en el aire circundante (es decir, el primer fluido). La "tecnología piezoeléctrica", como se describe en este documento, es una tecnología basada en un efecto piezoeléctrico: un fenómeno en el que ciertos materiales generan una carga eléctrica cuando se someten a estrés mecánico o viceversa (es decir, sufren una deformación mecánica cuando se exponen a un campo eléctrico). En algunos casos, materiales como cerámicas (por ejemplo, titanato de zirconato de plomo), cristales de cuarzo, polímeros y similares pueden exhibir dicho efecto. El inyector piezoeléctrico de vapor de agua 400 puede incluir un elemento piezoeléctrico; por ejemplo, y entre otros, se puede utilizar un disco o placa de cerámica para crear vibraciones mecánicas a ciertas frecuencias cuando se aplica un voltaje eléctrico mediante la fuente de alimentación 404. La fuente de alimentación 404 puede incluir cualquier fuente de alimentación como se describe anteriormente en esta divulgación, tal como una fuente de alimentación de CC. Las vibraciones mecánicas pueden transmitirse a al menos una entrada de fluido desde al menos un acceso de fluido (es decir, el primer acceso de fluido 144a y/o el segundo acceso de fluido 144b), lo que provoca que al menos un fluido se rompa en finas gotas de niebla, que luego se evaporan para formar vapor de agua. En un ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 148 del inyector piezoeléctrico de vapor de agua 400 puede emitir un cono de descarga de aire y vapor de agua de al menos 90 grados. En una modalidad, el inyector piezoeléctrico de vapor de agua 400 puede tener un único acceso que es solo para agua. En una modalidad, el inyector piezoeléctrico de vapor de agua 400 puede

descargarse en una cámara que cuenta con un puerto por donde ingresa el agua y un segundo puerto por donde salen el aire y el vapor de agua hacia la región de reacción 128. En otra modalidad, el inyector piezoeléctrico de vapor de agua 400 puede dispensar vapor de agua directamente en un reactor de plasma 116 y un segundo inyector de solo gas puede descargarse directamente en la región de reacción 128.

Ahora, con referencia a la Figura 5, se ilustra una modalidad ejemplar del aparato 100 para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica con un inyector montado externamente 504. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "inyector montado externamente" es un inyector que está instalado en el exterior del aparato 100, en lugar de estar integrado dentro del aparato 100 como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 1-4. El inyector montado externamente 504 puede incluir cualquier inyector como se describió anteriormente, tal como, entre otros, el inyector 140 (inyector de aire y agua), el inyector piezoeléctrico de vapor de agua 400 y similares. En algunas modalidades, el inyector montado externamente 504 puede estar diseñado para suministrar al menos un fluido desde al menos un depósito 112 al reactor de plasma 116 desde una ubicación externa a través de un tubo 508. En un ejemplo no taxativo, el inyector montado externamente 504 puede estar fijado mecánicamente al exterior de la carcasa 160. En algunos casos, el montado externamente 504 se puede fijar al exterior de la carcasa 160 mediante fijación con tornillos o pernos, fijación con abrazadera o clip, conexiones deslizantes o de ajuste a presión y/o similares.

Adicional o alternativamente, y aún haciendo referencia a la Figura 5, la unidad de encendido 132 puede incluir una bobina 512. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "bobina" es una espiral o hélice enrollada de alambre conductor que crea un campo electromagnético cuando una corriente eléctrica fluye a través de él. En un ejemplo no taxativo, la bobina 512 puede estar conectada eléctricamente a al menos un electrodo (es decir, el primer electrodo 120a) de al menos un par de electrodos 120a-b, configurados para iniciar la descarga eléctrica en el reactor de plasma 116. La bobina puede incluir una bobina de inducción o una bobina de transformador de alto voltaje, en donde la bobina de inducción o la bobina de transformador de alto voltaje pueden generar pulsos eléctricos de alto voltaje necesarios para crear una descarga eléctrica entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b.

Ahora, con referencia a la Figura 6, se ilustra un diagrama de flujo de una modalidad ejemplar de un método 600 para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica. El método 600 incluye el paso 605 de transferir, mediante un sistema de presión atmosférica, al menos un fluido contenido en al menos un depósito a un inyector. En algunas modalidades, el al menos un depósito puede incluir un primer depósito configurado para contener un primer fluido, y un segundo depósito

configurado para contener un segundo fluido, en donde el primer fluido puede incluir al menos un gas, y el segundo fluido puede incluir al menos un líquido. En algunas modalidades, el regulador de presión puede estar configurado para presurizar al menos un fluido que ingresa a la región de reacción. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 6, el método 600 incluye un paso 610 de alimentación, por el inyector en conexión fluida con al menos un depósito, del al menos un fluido a través de una región de reacción de un reactor de plasma, en donde el reactor de plasma puede incluir al menos un par de electrodos que contienen un primer electrodo y un segundo electrodo, y la región de reacción está dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo. En algunas modalidades, el inyector puede incluir un primer acceso de fluido en conexión fluida con el primer depósito, en donde el primer acceso de fluido está configurada para aceptar el primer fluido del primer depósito, un segundo acceso de fluido en conexión fluida con el segundo depósito, en donde el segundo acceso de fluido está configurada para aceptar el segundo fluido del segundo depósito, y al menos una salida de fluido configurada para emitir una mezcla del primer fluido y el segundo fluido en forma de gotas al reactor de plasma. El método de la reivindicación 11, en donde el inyector comprende un componente de ajuste de flujo configurado para regular el flujo del al menos un fluido que entra en la región de reacción. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 6, el método 600 incluye el paso 615 de suministrar, mediante una unidad de encendido conectada eléctricamente a al menos un electrodo del al menos un par de electrodos, un voltaje eléctrico a el al menos un electrodo. En algunas modalidades, la unidad de encendido puede incluir un circuito de encendido configurado para convertir la energía eléctrica recibida de una fuente de alimentación en una descarga de alto voltaje de 6 kV a 30 kV. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 6, el método 600 incluye el paso 620 de producir, mediante al menos un par de electrodos, una descarga eléctrica en función del al menos un fluido. En algunas modalidades, el primer electrodo del al menos un par de electrodos puede estar configurado para divergir del segundo electrodo del al menos un par de electrodos. En algunas modalidades, un ángulo entre las caras del al menos un par de electrodos puede ser de 12 grados a 16 grados. En otra modalidad, el ángulo de inclinación de los electrodos puede ser de 6 grados a 8 grados y el cono de pulverización del inyector puede ser de 12 grados a 15 grados. En algunas modalidades, la región de reacción puede incluir una pluralidad de puntos de arco entre el primer electrodo del al menos un par de electrodos y el segundo electrodo del al menos un par de electrodos. Esto puede implementarse, sin

limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 6, el método 600 incluye el paso 625 de habilitar, mediante la región de reacción, una interacción entre la descarga eléctrica y un medio de cultivo contenido en una cámara de tratamiento. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 6, el método 600 puede incluir un paso de recolección, utilizando un condensador dispuesto dentro de la región de reacción por encima de la cámara de tratamiento, de especies reactivas generadas durante la producción de la descarga eléctrica en la región de reacción. El método 600 puede incluir además un paso de transferencia, utilizando el condensador, de las especies reactivas a la cámara de tratamiento. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 7, se ilustra una modalidad ejemplar de un segmento de conducto 700. El conducto 700 puede incluir cualquier conducto como se describe anteriormente en referencia a la Figura 1. En algunas modalidades, el conducto 700 puede incluir una tubería que permite el flujo de fluidos tales como gases o líquidos, desde una parte del condensador 156 a otra o desde el condensador 156 a otro componente del aparato 100. En algunos casos, el conducto del condensador 156 puede incluir una pluralidad de segmentos de conducto, en donde la pluralidad de segmentos de conducto están conectados entre sí. En un ejemplo no taxativo, se pueden conectar varios segmentos de conductos cortos para formar un conducto largo dentro del condensador 156 para proporcionar una vía más larga para los fluidos. En algunos casos, la conexión entre dos segmentos de conducto puede establecerse a través de una interfaz mecánica. En un ejemplo no taxativo, el segmento de conducto 700 puede incluir un cuerpo 708, una primera interfaz mecánica 704a y una segunda interfaz mecánica 704b, en donde la primera interfaz mecánica 704a puede estar conectada con un primer segmento de conducto en un extremo proximal 712 del cuerpo 708 y la segunda interfaz mecánica 704b puede estar conectada con un segundo segmento de conducto en un extremo distal 716 del cuerpo 708. En algunos casos, la interfaz mecánica puede incluir una junta giratoria, donde la "junta giratoria", como se usa en este documento, es un dispositivo mecánico utilizado para unir dos o más componentes, como segmentos de conducto, de una manera que permite el movimiento de rotación a lo largo de un eje de conexión. La junta giratoria puede diseñarse para soportar la presión ejercida por el fluido que fluye y las tensiones mecánicas causadas por la rotación. Un segmento de conducto conectado, tal como el primer segmento de conducto y el segundo segmento de conducto, puede incluir perfiles coincidentes que permiten el ensamblaje y la conexión segura en su extremo correspondiente. En algunos casos, el extremo proximal 712 puede incluir una salida para fluidos de flujo mientras que el

extremo distal 716 puede incluir un acceso para fluidos de flujo o viceversa. Otras interfaces mecánicas ejemplares pueden incluir, entre otros, junta de codo, junta de árbol, junta transversal, junta de unión, junta de acoplamiento, junta reductora, junta de brida y/o similares.

Aún haciendo referencia a la Figura 7, en algunos casos, el condensador 156 puede estar dispuesto dentro del conducto. En una modalidad, el condensador 156 puede no ser un componente externo sino estar integrado dentro del propio conducto. En algunos casos, el condensador 156 puede construirse a partir de materiales térmicamente conductores tales como, entre otros, cobre o aluminio. En un ejemplo no taxativo, el condensador 156 puede incluir lana de acero inoxidable y puede estar configurado para permitir que un fluido tal como, entre otros, vapor de agua, se condense nuevamente en gotas de agua como se describe aquí. En tales modalidades, el conducto puede servir no solo como vía para el flujo de fluido sino también como recipiente de contención para el condensador 156 y como vía secundaria para la disipación de calor.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 8, se ilustra una modalidad ejemplar de una unidad de encendido 132. La unidad de encendido incluye una fuente de voltaje 804. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "fuente de voltaje" es un dispositivo eléctrico que proporciona una diferencia de potencial eléctrico estable y continua (es decir, voltaje) entre dos puntos en un circuito eléctrico. En algunas modalidades, la fuente de voltaje 804 puede suministrar la energía requerida para el funcionamiento de varios circuitos, dispositivos y/o componentes en el aparato 100. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido 132 puede incluir un circuito de encendido, donde el circuito de encendido es un sistema/circuito eléctrico que se utiliza para iniciar la formación de plasma en el reactor de plasma 116 como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 1-2. La fuente de voltaje 804 conectada dentro del encendido puede proporcionar la energía eléctrica requerida para generar y/o mantener la descarga eléctrica entre al menos un par de electrodos 120a-b dentro de la región de reacción 128. En una modalidad, la fuente de voltaje 804 puede incluir una fuente de alimentación de CA, en donde la fuente de alimentación de corriente alterna (CA) puede proporcionar una forma de onda sinusoidal o no sinusoidal con una frecuencia, amplitud y/o ángulo de fase específicos. En otra modalidad, la fuente de voltaje 804 puede incluir una fuente de alimentación de corriente continua (CC), en donde la fuente de alimentación de CC puede proporcionar un nivel de voltaje constante. En un ejemplo adicional no taxativo, la fuente de voltaje 804 puede incluir una o más baterías; por ejemplo, y entre otros, la unidad de encendido 132 puede incluir una unidad de encendido portátil o independiente, en donde las baterías pueden almacenar energía eléctrica en forma de energía química y convertirla en energía eléctrica cuando sea necesario. En algunos casos, las baterías pueden incluir, entre otros, baterías de plomo-ácido,

baterías de iones de litio, baterías de níquel-hidruro metálico y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 8, la unidad de encendido 132 incluye un conversor 808. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "conversor" es un componente eléctrico que transforma la energía eléctrica de una forma de onda a otra. En algunos casos, el conversor 808 puede modificar propiedades de la energía eléctrica tales como, entre otros, voltaje, corriente, forma de onda y/o similares. En una modalidad, el conversor 808 está configurado para convertir el voltaje eléctrico de una entrada de voltaje de CC a una salida de voltaje de CA. En algunos casos, las descargas eléctricas pueden generarse y mantenerse de manera más efectiva usando CA en lugar de CC; por ejemplo, y entre otros, el voltaje de CA oscila entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b puede ayudar al reactor de plasma 116 a ionizar al menos un fluido inyectado, mantener el plasma y/o prevenir la acumulación de cargas en al menos un par de electrodos 120a-b. En un ejemplo no taxativo, el conversor 808 puede incluir un conversor de CC a CA, en donde el conversor de CC a CA puede convertir la entrada de voltaje de CC en salida de voltaje de CA con una forma de onda, frecuencia y/o amplitud específicas. En una modalidad, el conversor 808 también puede convertir CA a CA. Por ejemplo, los conversores de CA a CA se pueden utilizar para convertir formas de onda de CA con una frecuencia y magnitud particulares a formas de onda de CA con otra frecuencia y otra magnitud. Por ejemplo, un controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo basado en tiristores que convierte el voltaje alterno fijo directamente en voltaje alterno variable sin un cambio en la frecuencia. El controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo controlado por fase y, por lo tanto, no se requieren circuitos de conmutación de fuerza y se puede utilizar conmutación natural o de línea. En tal modalidad, el conversor puede incluir un inversor. En un ejemplo no taxativo, el conversor 808 puede incluir un circuito de conmutación, donde el circuito de conmutación es un circuito eléctrico que está diseñado para encender y apagar rápidamente un dispositivo con el fin de controlar el flujo de corriente o voltaje a través del circuito. El circuito de conmutación puede generar una serie de pulsos de onda cuadrada que se aproximan a la forma de onda de CA; por ejemplo, y entre otros, el conversor 808 puede convertir la entrada de voltaje de CC y/o CA en una salida pulsada tal como una onda cuadrada simétrica o asimétrica, un tren de pulsos y/o cualquier otra forma de onda, incluyendo una onda de sierra triangular u otra forma de onda. En algunos casos, la frecuencia de los pulsos de onda cuadrada puede determinarse mediante un circuito oscilador, donde el circuito oscilador es un circuito eléctrico que genera una señal o forma de onda periódica (por ejemplo, onda sinusoidal, onda cuadrada y similares). En algunos casos, el conversor 808 puede utilizar un circuito electrónico para modificar la frecuencia de una señal periódica; por ejemplo, y entre otros, el conversor 808 puede incluir un multiplicador de frecuencia, un divisor de frecuencia, un mezclador de frecuencia, un bucle de enganche de fase

(PLL) y/o similares para aumentar o disminuir la frecuencia de una señal periódica.

Aún haciendo referencia a la Figura 8, el conversor 808 puede incluir un transformador. Un "transformador", a los efectos de esta divulgación, es un dispositivo eléctrico que se utiliza para transferir energía eléctrica desde un primer circuito a un segundo circuito a través de inducción electromagnética. En una modalidad, se puede utilizar un transformador para aumentar o disminuir el voltaje de una fuente de alimentación de CA, para aislar circuitos entre sí y/o para adaptar la impedancia de una carga a una fuente. En un ejemplo no taxativo, el transformador puede incluir un transformador de encendido, como se describió anteriormente con referencia a la Figura 1. Además, o como alternativa, el circuito de conmutación puede incluir uno o más dispositivos de estado sólido, como, entre otros, MOSFET de potencia, IGBT, tiristores y similares, para controlar el flujo de corriente a través del circuito. En un ejemplo no taxativo, se puede controlar un circuito de conmutación; por ejemplo, los dispositivos de estado sólido dentro del circuito de conmutación se pueden encender y apagar mediante un módulo de control que monitorea o controla el voltaje y la corriente de salida del conversor 808 como se describe con más detalle a continuación. En algunas modalidades, el conversor 808 puede configurarse para convertir la entrada de voltaje de CC en una descarga de alto voltaje a una frecuencia de hasta 10.000 kHz (10 MHz). El conversor 808 configurado para convertir la entrada de voltaje de CC a salida de voltaje de CA se puede implementar utilizando varias topologías de circuito, tales como, entre otros, configuraciones de puente H, puente completo o medio puente, y puede incorporar técnicas de modulación de ancho de pulso (PWM) para control de voltaje y frecuencia.

Continuando con la referencia a la Figura 8, la unidad de encendido 132 puede incluir una operación de descarga de barrera dieléctrica (DBD). Tal como se utiliza en esta divulgación, una "descarga de barrera dieléctrica (DBD)" es un tipo de descarga de plasma que se produce entre dos electrodos separados por un material dieléctrico. En algunos casos, el material dieléctrico puede actuar como aislante 212a-b, como se describió anteriormente, impidiendo el flujo directo de corriente entre al menos un par de electrodos. En un ejemplo no taxativo, la operación DBD puede incluir la aplicación de alto voltaje, proporcionado por la fuente de voltaje 804 y convertido a través del conversor 808, a al menos un par de electrodos 120a-b, en donde el primer electrodo 120a y/o el segundo electrodo 120b de al menos un par de electrodos 120a-b pueden estar aislados por un dieléctrico. El material dieléctrico puede incluir, entre otros, cuarzo, cerámica, vidrio y similares. En lugar de una pluralidad de puntos de arco, se puede formar una pluralidad de filamentos de plasma finos entre al menos un par de electrodos 120a-b, en donde la pluralidad de filamentos de plasma finos solo puede tener una vida útil muy corta en el rango de unos pocos nanosegundos. En algunas modalidades, el DBD puede ser un plasma

no térmico (frío) debido a la baja vida útil del DBD, en donde las partículas pesadas pueden absorber mucha menos energía del campo alterno que los electrones más livianos y rápidos. En algunas modalidades, la operación DBD puede realizarse a presión atmosférica a través de un sistema de regulación de presión como se describió anteriormente con referencia a la Figura 1.

Continuando con la referencia a la Figura 8, en algunas modalidades, el conversor 808 puede ser capaz de convertir la entrada de voltaje de CA en salida de voltaje de CC. En algunos casos, es posible que la unidad de encendido 132 necesite convertir la fuente de alimentación de CA a CC para que el aparato 100 realice una operación pulsada. Durante la operación de plasma pulsado, el reactor de plasma 116 puede operar en un modo pulsado, donde el plasma puede generarse y mantenerse durante períodos cortos seguidos de un período sin descarga eléctrica. La fuente de alimentación de CC se puede controlar y encender y apagar fácilmente según sea necesario, lo que la hace adecuada para el funcionamiento con plasma pulsado. En algunos casos, el aparato 100 puede convertir la fuente de alimentación de CA a CC para reducir el desgaste y la contaminación de los electrodos; por ejemplo, y entre otros, en el reactor de plasma alimentado con CA 116, la polaridad en constante cambio de los electrodos puede conducir a un desgaste acelerado de los electrodos y a la liberación de material de los electrodos en el plasma generado. Al utilizar una fuente de alimentación de CC, los electrodos pueden mantener una polaridad constante, reduciendo el desgaste y la contaminación y aumentando la vida útil de los electrodos. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido 132 puede incluir un rectificador. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "rectificador" es un dispositivo o circuito eléctrico que convierte CA en CC. El rectificador puede construirse utilizando uno o más diodos, en donde los diodos son dispositivos semiconductores que permiten que la corriente eléctrica fluya en una sola dirección y tienen una baja resistencia al flujo de corriente eléctrica en la dirección directa (cuando el voltaje eléctrico es positivo) y una alta resistencia al flujo de corriente eléctrica en la dirección inversa (cuando el voltaje eléctrico es negativo). En algunos casos, el rectificador puede incluir, entre otros, un rectificador de media onda, un rectificador de onda completa y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 8, la unidad de encendido 132 incluye una interfaz de conexión eléctrica 812 configurada para conectar eléctricamente el conversor 808 a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b dispuestos en el reactor de plasma 116. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "interfaz de conexión eléctrica" es una disposición física y eléctrica que permite la transferencia de energía eléctrica o señales entre dos o más dispositivos y/o componentes. En un ejemplo no taxativo, la interfaz de conexión eléctrica 812 puede establecer una conexión eléctrica entre la fuente de voltaje 804/conversor 808 y al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b. Una conexión eléctrica

de este tipo puede permitir que fluya corriente (es decir, salida de voltaje de CA) entre la fuente de voltaje 804/conversor 808 y al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b. En un ejemplo no taxativo, la interfaz de conexión eléctrica 812 puede incluir un conector eléctrico, en donde el conector eléctrico es un dispositivo electromecánico utilizado para crear una conexión eléctrica. En algunas modalidades, la interfaz de conexión eléctrica 812 puede incluir un género; por ejemplo, y entre otros, la interfaz de conexión eléctrica 812 puede incluir un componente macho que se conecta a un componente hembra. En un ejemplo no taxativo, al menos un electrodo puede incluir un terminal de tornillo, en donde el terminal de tornillo puede permitir que un extremo del conductor continuo 136 se una apretando un tornillo. Otro extremo del conductor continuo 136 puede incluir un componente macho, tal como un enchufe, que puede conectarse a un componente hembra ubicado en la unidad de encendido 132, tal como una toma de corriente. Otra modalidad ejemplar de la interfaz de conexión eléctrica 812 puede incluir, entre otros, un cable, un terminal, conectores, conexiones de cable a placa/placa a placa y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 8, el circuito de encendido incluye un mecanismo de retroalimentación 816. El mecanismo de retroalimentación 816 incluye un sensor 820 configurado para detectar datos de reacción 824. Tal como se utiliza en esta divulgación, los "datos de reacción" son información relacionada con las reacciones que ocurrieron en la región de reacción 128 del reactor de plasma 116 y los procesos u operaciones del aparato 100 que iniciaron, causaron o mantuvieron de otro modo las reacciones. En algunos casos, las reacciones pueden incluir, entre otros, generación de descarga eléctrica, generación de plasma y/o cualquier reacción química como la descrita anteriormente en esta divulgación. En una modalidad, los datos de reacción 824 pueden incluir una pluralidad de parámetros de descarga eléctrica 828. "Parámetros de descarga eléctrica", a los efectos de esta divulgación, son propiedades o características mensurables del proceso de descarga eléctrica (es decir, generación de plasma, arco eléctrico y similares). En un ejemplo no taxativo, los parámetros de descarga eléctrica 828 pueden incluir, entre otros, voltaje eléctrico, corriente eléctrica, frecuencia de descarga, forma de onda, ángulo de fase y similares. En otra modalidad, los datos de reacción 824 pueden incluir una pluralidad de parámetros de fluido 832. "Parámetros de fluido", a los efectos de esta divulgación, son propiedades o características mensurables de un fluido (es decir, primer fluido y/o segundo fluido) involucrado en el proceso de tratamiento. En un ejemplo no taxativo, los parámetros de fluido 832 pueden incluir, entre otros, caudal, presión, temperatura del fluido, viscosidad del fluido, densidad del fluido, turbidez o claridad del fluido y similares. En una modalidad adicional, los datos de reacción 824 pueden incluir una pluralidad de parámetros del medio de cultivo 836. "Parámetros del medio de cultivo", a los efectos de esta divulgación, son propiedades o

características mensurables del medio de cultivo contenido en la cámara de tratamiento 108 durante el proceso de tratamiento. En un ejemplo no taxativo, los parámetros del medio de cultivo 836 pueden incluir, entre otros, propiedades de luz, temperatura del medio de cultivo, nivel de humedad dentro de la cámara de tratamiento 108, propiedades ópticas del medio de cultivo (por ejemplo, crecimiento, absorción, reflectancia, transmitancia, etc.), y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 8, tal como se utiliza en esta divulgación, un "mecanismo de retroalimentación" es un sistema que proporciona información (es decir, datos de reacción 824 como se enumeran anteriormente) sobre la salida, el resultado o el rendimiento de un dispositivo, componente o sistema a un elemento de control (es decir, módulo de control como se describe a continuación). En una modalidad, el mecanismo de retroalimentación 816 puede incluir un mecanismo de retroalimentación negativa, en donde los datos de reacción 824 proporcionados por el bucle de retroalimentación pueden usarse para contrarrestar/oponerse al cambio en la salida del sistema o en el funcionamiento del aparato. En tal modalidad, el mecanismo de retroalimentación 816 puede mantener el rendimiento del aparato dentro de un rango o punto de ajuste deseado, incluso en presencia de perturbaciones o cambios en las condiciones de funcionamiento. En otra modalidad, el mecanismo de retroalimentación 816 puede incluir un mecanismo de retroalimentación positiva, en donde los datos de reacción 824 proporcionados por el bucle de retroalimentación pueden usarse para amplificar/reforzar el cambio en la salida del sistema o en el funcionamiento del aparato. En dicha modalidad, el mecanismo de retroalimentación 816 puede conducir a cambios rápidos o crecimiento exponencial en el comportamiento del sistema tales como, entre otros, la amplificación de señales de circuitos eléctricos dentro del aparato 100.

Continuando con la referencia a la Figura 8, tal como se utiliza en esta divulgación, un "sensor" es un dispositivo que detecta, mide o convierte de otro modo una propiedad física, química o ambiental en una señal eléctrica, que puede ser procesada y/o analizada por el mecanismo de retroalimentación del dispositivo/sistema 816 conectado a él. En algunas modalidades, el sensor 820 puede incluir al menos un sensor seleccionado entre una pluralidad de sensores que consisten en un sensor de voltaje, un sensor de humedad, un sensor de temperatura y un sensor óptico. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sensor de voltaje" es un dispositivo configurado para medir los diferentes rangos de voltaje (mV-kV) entre dos puntos en un circuito eléctrico. En algunos casos, el sensor de voltaje puede operar a diferentes frecuencias, desde CC hasta CA de alta frecuencia; por ejemplo, y entre otros, el sensor de voltaje puede configurarse para medir voltaje de CA y/o CC. En un ejemplo no taxativo, el sensor de voltaje puede estar conectado a través de electrodos de al menos un par de electrodos 120a-b o dentro de la región de reacción 128 para supervisar continuamente los niveles de voltaje. Dicho sensor de

voltaje puede incluir una sonda de alto voltaje con un divisor resistivo.

Continuando con la referencia a la Figura 8, tal como se utiliza en esta divulgación, un "sensor de humedad" es un dispositivo configurado para detectar la cantidad de humedad presente en un material o un espacio, como, entre otros, la cámara de tratamiento 108 conectada al reactor de plasma 116. El mecanismo de retroalimentación 816 puede emplear un sensor de humedad para supervisar el contenido de humedad del medio de cultivo o la cámara de tratamiento 108. En una modalidad no taxativa, el sensor de humedad puede incluir un sensor de humedad capacitivo, en donde el sensor de humedad capacitivo es un tipo de sensor de humedad que funciona midiendo la capacitancia de un elemento sensor, en donde el elemento sensor es una película delgada o un material higroscópico tal como, entre otros, un polímero u óxido de metal, que absorbe o libera moléculas de fluido en función de la humedad circundante. El sensor de humedad capacitivo puede incluir dos electrodos separados por el elemento sensor, formando así un condensador. Cuando el elemento sensor contiene humedad, la capacitancia del sensor de humedad capacitivo puede cambiar, ya que las moléculas de al menos un fluido en el material aumentan el área efectiva de los electrodos. En un ejemplo no taxativo, el sensor 820 puede determinar un nivel de humedad de la cámara de tratamiento 108 midiendo el cambio en la capacitancia del sensor de humedad capacitivo. Adicional o alternativamente, en otra modalidad no taxativa, el sensor de humedad puede incluir un sensor de humedad de resistencia, en donde el sensor de humedad de resistencia es un tipo de sensor de humedad que funciona midiendo la resistencia eléctrica del elemento sensor de una manera similar. En un ejemplo no taxativo, se puede pasar corriente eléctrica a través de un elemento sensor y se puede medir la caída de voltaje a través de los electrodos. La resistencia se puede calcular según la ley de Ohm. El sensor 820 puede luego determinar el nivel de humedad en función de la resistencia calculada del elemento sensor.

Continuando con la referencia a la Figura 1, tal como se utiliza en esta divulgación, un "sensor de temperatura" es un dispositivo configurado para medir la temperatura de otros dispositivos/componentes dentro del aparato 100. En un ejemplo no taxativo, el sensor 820 puede incluir, entre otros, termopares, termistores, termómetros, sensores infrarrojos pasivos, sensores de temperatura de resistencia (RTD), circuitos integrados (IC) basados en semiconductores, una combinación de estos u otro tipo de sensor no revelado, solos o en combinación. "Temperatura", a los efectos de esta divulgación, y como lo apreciaría cualquier experto en la técnica, es una medida de la energía térmica de un sistema. La temperatura, medida por el sensor de temperatura, se puede medir en Fahrenheit (°F), Celsius (°C), Kelvin (°K) u otra escala, sola o en combinación. En algunas modalidades, el sensor 820 puede configurarse para medir la temperatura de la unidad de encendido 132, el reactor de plasma 116 y/o la cámara de tratamiento 108 durante el proceso de tratamiento

utilizando un sensor de temperatura. En otras modalidades, el sensor de temperatura puede estar configurado para medir la temperatura del entorno circundante del aparato 100.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en una modalidad adicional, el sensor 820 puede incluir un dispositivo óptico. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "dispositivo óptico" es cualquier dispositivo que genera, transmite, detecta o funciona de otro modo utilizando radiación electromagnética, incluyendo, entre otras, luz ultravioleta, luz visible, luz infrarroja cercana, luz infrarroja y similares. En algunas modalidades, el dispositivo óptico puede incluir una o más guías de ondas. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "guía de ondas" es un componente que está configurado para propagar radiación electromagnética, incluyendo, entre otros, luz ultravioleta, luz visible, luz infrarroja cercana, luz infrarroja y similares. Una guía de ondas puede incluir una guía de luz, una fibra óptica o similar. Una guía de ondas puede incluir una rejilla dentro de un material transmisivo. En algunos casos, una guía de ondas puede configurarse para funcionar como uno o más dispositivos ópticos, por ejemplo, un resonador (por ejemplo, un resonador de microanillo), un interferómetro o similar. En algunos casos, la guía de ondas puede configurarse para propagar la radiación electromagnética (EMR). En un ejemplo no taxativo, el sensor 820 puede incluir un sensor, en donde el sensor puede tener comunicación óptica con una o más guías de ondas. Dicho sensor puede estar configurado para detectar una variación en al menos una propiedad óptica asociada con el medio de cultivo 104. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "propiedad óptica" es cualquier característica detectable asociada con la radiación electromagnética, por ejemplo, luz UV, luz visible, infrarrojos y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunas modalidades, el sensor 820 puede incluir al menos un fotodetector. En algunos casos, el sensor 820 puede incluir una pluralidad de fotodetectores, por ejemplo al menos un primer fotodetector y al menos un segundo fotodetector. En algunos casos, al menos un primer fotodetector y/o al menos un segundo fotodetector pueden estar configurados para medir una o más de la primera salida óptica y la segunda salida óptica, de una primera guía de ondas y una segunda guía de ondas, respectivamente. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "fotodetector" es cualquier dispositivo que sea sensible a la luz y, por lo tanto, capaz de detectar luz. En algunos casos, un fotodetector puede incluir un fotodiodo, un fotorresistor, un fotosensor, un chip fotovoltaico y similares. En algunos casos, el fotodetector puede incluir un fotodiodo basado en germanio. Los detectores de luz pueden incluir, entre otros, fotodiodos de avalancha (APD), diodos de avalancha de fotón único (SPAD), fotomultiplicadores de silicio (SiPM), tubos fotomultiplicadores (PMT), placas de microcanal (MCP), tubos fotomultiplicadores de placas de microcanal (MCP-PMT), semiconductores de arseniuro de indio y galio (InGaAs), fotodiodos y/o elementos de circuito fotosensibles o de detección de

fotones, semiconductores y/o transductores. Los fotodiodos de avalancha (APD), como se usan en este documento, son diodos (por ejemplo, entre otros, p-n, p-i-n y otros) polarizados en sentido inverso de modo que un único portador generado por un fotón puede desencadenar una "avalancha" temporal y corta de fotocorriente del orden de miliamperios o más causada por electrones que se aceleran a través de una región de campo alto del diodo e impactan enlaces covalentes ionizantes en el material a granel, lo que a su vez desencadena una mayor ionización por impacto de pares electrón-hueco. Los APD proporcionan una etapa incorporada de ganancia a través de la multiplicación de avalancha. Cuando la polarización inversa es menor que el voltaje de ruptura, la ganancia del APD es aproximadamente lineal. Para los APD de silicio, esta ganancia es del orden de 10-100. El material de APD puede contribuir a obtener ganancias. Los APD de germanio pueden detectar rayos infrarrojos hasta una longitud de onda de 1,7 micrómetros. Los InGaA pueden detectar rayos infrarrojos hasta una longitud de onda de 1,6 micrómetros. El telururo de mercurio y cadmio (HgCdTe) puede detectar rayos infrarrojos hasta una longitud de onda de 14 micrómetros. Un APD polarizado en sentido inverso significativamente por encima del voltaje de ruptura se denomina diodo de avalancha de fotón único o SPAD. En este caso, el campo eléctrico n-p es suficientemente alto para sostener una avalancha de corriente con un solo fotón, por lo que se lo denomina "modo Geiger". Esta corriente de avalancha aumenta rápidamente (sub-nanosegundo), de modo que su detección puede utilizarse para aproximar el tiempo de llegada del fotón incidente. El SPAD puede ser llevado por debajo del voltaje de ruptura una vez activado para restablecer o apagar la corriente de avalancha antes de que se pueda detectar otro fotón, ya que mientras la corriente de avalancha está activa, los portadores de fotones adicionales pueden tener un efecto insignificante en la corriente en el diodo. Al menos un primer fotodetector puede estar configurado para generar una primera señal en función de la varianza de una propiedad óptica de la primera guía de ondas, donde la primera señal puede incluir, entre otros, cualquier forma de onda de voltaje y/o corriente. Además, o alternativamente, el dispositivo sensor puede incluir un segundo fotodetector ubicado debajo del haz de una segunda guía de ondas. En algunas modalidades, el segundo fotodetector puede estar configurado para medir una varianza de una propiedad óptica de la segunda guía de ondas y generar una segunda señal en función de la varianza de la propiedad óptica de la segunda guía de ondas.

Continuando con la referencia a la Figura 1, en algunos casos, el fotodetector puede incluir una matriz de fotosensores, por ejemplo, sin limitación, una matriz unidimensional. La matriz de fotosensores se puede configurar para detectar una variación en una propiedad óptica de la guía de ondas. En algunos casos, el primer fotodetector y/o el segundo fotodetector pueden depender de la longitud de onda. por ejemplo, y entre otros, el primer fotodetector y/o el segundo fotodetector pueden

tener un rango estrecho de longitudes de onda a las cuales cada uno del primer fotodetector y el segundo fotodetector son sensibles. Como ejemplo adicional no taxativo, cada uno del primer fotodetector y del segundo fotodetector puede estar precedido por filtros ópticos específicos de longitud de onda tales como filtros de paso de banda y/o conjuntos de filtros, o similares; en cualquier caso, un divisor puede dividir la salida del multiplicador de matriz óptica como se describe a continuación y proporcionársela a cada uno del primer fotodetector y del segundo fotodetector. Alternativa o adicionalmente, uno o más elementos ópticos pueden dividir la salida de la guía de ondas antes de proporcionarla a cada uno del primer y segundo fotodetector, de modo que cada uno del primer y segundo fotodetector reciba una longitud de onda distinta y/o un conjunto de longitudes de onda distintas. por ejemplo, y entre otros, en algunos casos se puede disponer un demultiplexor de longitud de onda entre guías de ondas y un primer fotodetector y/o un segundo fotodetector; y el demultiplexor de longitud de onda se puede configurar para separar una o más luces o conjuntos de luces dependiendo de la longitud de onda. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "demultiplexor de longitud de onda" es un dispositivo que está configurado para separar dos o más longitudes de onda de luz de una trayectoria óptica compartida. En algunos casos, un demultiplexor de longitud de onda puede incluir al menos un divisor de haz dicróico. En algunos casos, un demultiplexor de longitud de onda puede incluir un espejo caliente, un espejo frío, un filtro de paso corto, un filtro de paso largo, un filtro de muesca y similares. Un demultiplexor de longitud de onda ejemplar puede incluir la pieza n.º WDM-11P de OZ Optics de Ottawa, Ontario, Canadá. Otros ejemplos de demultiplexores pueden incluir, entre otros, rejillas, prismas y/o cualquier otro dispositivo y/o componente para separar la luz por longitudes de onda que se le pueda ocurrir al experto en la técnica después de revisar la totalidad de esta divulgación. En algunos casos, al menos un fotodetector puede comunicarse con un dispositivo informático (es decir, por medio de una señal detectada) como se describe a continuación en esta divulgación.

Continuando con la referencia a la Figura 8, la unidad de encendido 132 puede incluir un módulo de control 840 conectado comunicativamente al mecanismo de retroalimentación 816 configurado para controlar varios otros componentes de la unidad de encendido 132, tales como, entre otros, la fuente de voltaje 804, el convertidor 808, el mecanismo de retroalimentación 816 y similares. El módulo de control puede incluir un circuito de control analógico o digital, o cualquier combinación de ellos, como un circuito amplificador operacional, un circuito basado en transistores u otro circuito analógico, un circuito lógico combinacional que utiliza una o más puertas, un circuito lógico secuencial síncrono o asíncrono que utiliza uno o más registros, latches u otros elementos de preservación del estado, una máquina de estados finitos o similares. El módulo de control 840 puede incluir cualquier dispositivo informático como se describe en esta divulgación, incluyendo,

entre otros, un microcontrolador, un microprocesador, un procesador de señal digital (DSP) y/o un sistema en un chip (SoC) como se describe en esta divulgación. El dispositivo informático puede incluir, estar incluido en y/o comunicarse con un dispositivo móvil, como un teléfono móvil o un teléfono inteligente. El módulo de control 840 puede incluir un único dispositivo informático que funcione independientemente, o puede incluir dos o más dispositivos informáticos que funcionen en conjunto, en paralelo, secuencialmente o de forma similar; dos o más dispositivos informáticos pueden estar incluidos juntos en un único dispositivo informático o en dos o más dispositivos informáticos. El módulo de control 840 puede interactuar o comunicarse con uno o más dispositivos adicionales, como se describe a continuación con más detalle, a través de un dispositivo de interfaz de red. El dispositivo de interfaz de red se puede utilizar para conectar un módulo de control 840 a una o más de una variedad de redes y a uno o más dispositivos. Los ejemplos de un dispositivo de interfaz de red incluyen, entre otros, una tarjeta de interfaz de red (por ejemplo, una tarjeta de interfaz de red móvil, una tarjeta LAN), un módem y cualquier combinación de estos. Los ejemplos de una red incluyen, entre otros, una red de área amplia (por ejemplo, Internet, una red empresarial), una red de área local (por ejemplo, una red asociada con una oficina, un edificio, un campus u otro espacio geográfico relativamente pequeño), una red telefónica, una red de datos asociada con un proveedor de teléfono/voz (por ejemplo, una red de datos y/o voz de un proveedor de comunicaciones móviles), una conexión directa entre dos dispositivos informáticos y cualquier combinación de estos. Una red puede emplear un modo de comunicación cableado y/o inalámbrico. En general, se puede utilizar cualquier topología de red. La información (por ejemplo, datos, software, etc.) puede comunicarse hacia y/o desde una computadora y/o un dispositivo informático. El módulo de control 840 puede incluir, entre otros, por ejemplo, un dispositivo informático o un grupo de dispositivos informáticos en una primera ubicación y un segundo dispositivo informático o grupo de dispositivos informáticos en una segunda ubicación. El módulo de control 840 puede incluir uno o más dispositivos informáticos dedicados al almacenamiento de datos, seguridad, distribución de tráfico para equilibrar la carga y similares. El módulo de control 840 puede distribuir una o más tareas informáticas como se describe a continuación entre una pluralidad de dispositivos informáticos, que pueden funcionar en paralelo, en serie, de manera redundante o de cualquier otra manera utilizada para la distribución de tareas o memoria entre dispositivos informáticos. El módulo de control 840 puede implementarse utilizando una arquitectura de "nada compartido" en la que los datos se almacenan en caché en el worker; en una modalidad, esto puede permitir la escalabilidad del aparato 100 y/o del dispositivo informático.

Continuando con la referencia a la Figura 8, el módulo de control 840 puede diseñarse y/o configurarse para realizar cualquier método, paso de método o

secuencia de pasos de método en cualquier modalidad descrita en esta divulgación, en cualquier orden y con cualquier grado de repetición. Por ejemplo, un módulo de control 840 puede configurarse para realizar un solo paso o secuencia repetidamente hasta que se logre un resultado deseado u ordenado; la repetición de un paso o una secuencia de pasos puede realizarse de manera iterativa y/o recursiva utilizando salidas de repeticiones anteriores como entradas para repeticiones posteriores, agregando entradas y/o salidas de repeticiones para producir un resultado agregado, reducción o disminución de una o más variables tales como variables globales, y/o división de una tarea de procesamiento más grande en un conjunto de tareas de procesamiento más pequeñas abordadas iterativamente. El módulo de control 840 puede realizar cualquier paso o secuencia de pasos como se describe en esta divulgación en paralelo, como realizar de manera simultánea y/o sustancialmente simultánea un paso dos o más veces utilizando dos o más subprocesos paralelos, núcleos de procesador o similares; la división de tareas entre subprocesos y/o procesos paralelos se puede realizar de acuerdo con cualquier protocolo adecuado para la división de tareas entre iteraciones. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varias formas en las que los pasos, las secuencias de pasos, las tareas de procesamiento y/o los datos pueden subdividirse, compartirse o tratarse de otro modo mediante iteración, recursión y/o procesamiento paralelo.

Continuando con la referencia a la Figura 8, tal como se utiliza en esta divulgación, "conectado comunicativamente" significa conectado mediante una conexión, unión o enlace entre dos o más elementos relacionados que permite la recepción y/o transmisión de información entre ellos. por ejemplo, y entre otros, esta conexión puede ser cableada o inalámbrica, directa o indirecta, y entre dos o más componentes, circuitos, dispositivos, sistemas y similares, lo que permite la recepción y/o transmisión de datos y/o señales entre ellos. Los datos y/o señales entre ellos pueden incluir, entre otros, datos y/o señales eléctricos, electromagnéticos, magnéticos, de video, de audio, de radio y de microondas, combinaciones de estos y similares, entre otros. Una conexión comunicativa puede lograrse, por ejemplo y entre otros, a través de comunicación electrónica, digital o analógica, cableada o inalámbrica, ya sea directamente o por medio de uno o más dispositivos o componentes intermedios. Además, la conexión comunicativa puede incluir el acoplamiento o conexión eléctrica de al menos una salida de un dispositivo, componente o circuito a al menos una entrada de otro dispositivo, componente o circuito. por ejemplo, y entre otros alguna, a través de un bus u otra estructura de intercomunicación entre elementos de un dispositivo informático. La conexión comunicativa también puede incluir conexiones indirectas a través de, por ejemplo y entre otros, conexión inalámbrica, comunicación por radio, red de área amplia de baja potencia, comunicación óptica, acoplamiento magnético, capacitivo u óptico, y

similares. En algunos casos, se puede utilizar la terminología "acoplado comunicativamente" en lugar de conectado comunicativamente en esta divulgación.

Aún haciendo referencia a la Figura 8, en algunas modalidades, los componentes internos del aparato 100 pueden estar en comunicación con el módulo de control 840 utilizando una o más señales. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "señal" es una representación de datos inteligible para humanos y/o legible por máquinas, por ejemplo y entre otros, una señal eléctrica y/o digital de un dispositivo a otro; las señales pueden transmitirse utilizando cualquier conexión comunicativa adecuada. Una señal puede incluir una señal óptica, una señal hidráulica, una señal neumática, una señal mecánica, una señal eléctrica, una señal digital, una señal analógica y similares. En algunos casos, se puede utilizar una señal para comunicarse con un módulo de control 840, por ejemplo a través de uno o más puertos. En algunos casos, una señal puede ser transmitida y/o recibida por un módulo de control 840, por ejemplo a través de un puerto de entrada/salida. Una señal analógica se puede digitalizar, por ejemplo, mediante un conversor de analógico a digital. En algunos casos, se puede procesar una señal analógica, por ejemplo mediante cualquiera de los pasos de procesamiento de señal analógica descritos en esta divulgación, antes de la digitalización. En algunos casos, se puede utilizar una señal digital para comunicarse entre dos o más dispositivos, incluidos, entre otros, mecanismos de retroalimentación 816 y módulo de control 840. En algunos casos, una señal digital puede comunicarse mediante uno o más protocolos de comunicación, incluidos, entre otros, el protocolo de Internet (IP), protocolos de red de área del controlador (CAN), protocolos de comunicación en serie (por ejemplo, receptor-transmisor asíncrono universal [UART]), protocolos de comunicación paralelos (por ejemplo, IEEE 128 [puerto de impresora]) y similares.

Aún con referencia a la Figura 8, en algunos casos, el módulo de control 840 pueden realizar uno o más pasos de procesamiento de señales. Por ejemplo, el módulo de control 840 pueden analizar, modificar o sintetizar una señal representativa de datos para mejorarla, por ejemplo, mejorando la transmisión, la eficiencia de almacenamiento o la relación señal/ruido. Algunos ejemplos de métodos de procesamiento de señales incluyen métodos analógicos, de tiempo continuo, discretos, digitales, no lineales y estadísticos. El procesamiento de señales analógicas puede realizarse en señales no digitalizadas o analógicas. Los procesos analógicos ejemplares pueden incluir filtros pasivos, filtros activos, mezcladores aditivos, integradores, líneas de retardo, compansores, multiplicadores, filtros controlados por voltaje, osciladores controlados por voltaje, bucles de enganche de fase y/o cualquier otro proceso que utilice amplificadores operacionales u otros elementos de circuitos analógicos. El procesamiento de señales en tiempo continuo se puede utilizar, en algunos casos, para procesar señales que varían continuamente dentro de un dominio, por ejemplo el tiempo. Los procesos ejemplares no taxativos

de tiempo continuo pueden incluir el procesamiento del dominio del tiempo, el procesamiento del dominio de la frecuencia (transformada de Fourier) y el procesamiento del dominio de la frecuencia complejo. El procesamiento de señales de tiempo discreto se puede utilizar cuando una señal se muestrea de manera no continua o en intervalos de tiempo discretos (es decir, se cuantifica en el tiempo). El procesamiento de señales analógicas de tiempo discreto puede procesar una señal utilizando los siguientes circuitos de ejemplo: circuitos de muestreo y retención, multiplexores de división de tiempo analógicos, líneas de retardo analógicas y registros de desplazamiento de retroalimentación analógica. El procesamiento de señales digitales se puede utilizar para procesar señales muestreadas en tiempo discreto digitalizadas. Comúnmente, el procesamiento de señales digitales puede ser realizado por un dispositivo informático u otros circuitos digitales especializados, como por ejemplo, entre otros, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) o un procesador de señales digitales (DSP) especializado. El procesamiento de señales digitales se puede utilizar para realizar cualquier combinación de operaciones aritméticas típicas, incluidas operaciones de punto fijo y punto flotante, de valor real y de valor complejo, multiplicación y suma. El procesamiento de señales digitales también puede operar con buffers circulares y tablas de búsqueda. Otros ejemplos no taxativos de algoritmos que pueden realizarse según técnicas de procesamiento de señales digitales incluyen la transformada rápida de Fourier (FFT), el filtro de respuesta de impulso finito (FIR), el filtro de respuesta de impulso infinito (IIR) y filtros adaptativos como los filtros de Wiener y Kalman. El procesamiento estadístico de señales se puede utilizar para procesar una señal en función aleatoria (es decir, un proceso estocástico), utilizando propiedades estadísticas. Por ejemplo, en algunas modalidades, una señal puede modelarse con una distribución de probabilidad que indica ruido, que luego puede usarse para reducir el ruido en una señal procesada.

Continuando con la referencia a la Figura 8, el módulo de control 840 está configurado para iniciar una generación de descarga eléctrica en la región de reacción 128 dispuesta entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b en función de la salida de voltaje de CA. El módulo de control 840 puede regular el voltaje eléctrico proporcionado por la fuente de voltaje 804. En un ejemplo no taxativo, el módulo de control 840 puede aplicar la salida de voltaje de CA convertida por el convertor 808 desde el convertor 808 a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b. Se puede establecer un campo eléctrico de CA entre el primer electrodo 120a y el segundo electrodo 120b en la región de reacción 128. Cuando el campo eléctrico de CA se vuelve lo suficientemente fuerte, la descarga eléctrica puede ionizar al menos un fluido que pasa a través de la región de reacción 128, creando así una descarga eléctrica. Luego, la región de reacción 128 se configura para permitir una interacción entre la descarga eléctrica y el medio de

cultivo 104. El módulo de control 840 puede recibir datos de reacción 824 detectados por el sensor 820 dentro del mecanismo de retroalimentación 816 durante la interacción entre la descarga eléctrica y el medio de cultivo 104. Los datos de reacción 824 pueden incluir cualquier dato de reacción como se describe en esta divulgación, tal como, entre otros, pluralidad de parámetros de descarga eléctrica 828, parámetros de fluido 832, parámetros de medio de cultivo 836 y similares. El mecanismo de retroalimentación 816 puede proporcionar dichos datos de reacción 824 al módulo de control 840. El módulo de control 840 puede procesar datos de reacción 824 y ajustar el funcionamiento de la unidad de encendido 12 en consecuencia, como se describe con más detalle a continuación, para mantener condiciones de descarga óptimas y lograr los efectos de tratamiento deseados.

Continuando con la referencia a la Figura 8, en una modalidad, el módulo de control 840 puede ajustar al menos un parámetro de tratamiento 844 del aparato 100 en función de los datos de reacción 824. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "parámetro de tratamiento" son parámetros de funcionamiento configurados para optimizar el proceso de tratamiento en función de la información (por ejemplo, datos de reacción 824) recibida del mecanismo de retroalimentación 816 como se describió anteriormente. En una modalidad, el parámetro de tratamiento 844 puede incluir un voltaje eléctrico de CA; por ejemplo, y entre otros, el módulo de control 840 puede ajustar la amplitud del voltaje eléctrico de CA suministrado a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b, en donde el voltaje eléctrico de CA puede afectar la intensidad de la descarga eléctrica y la energía transferida al plasma. En otra modalidad, el parámetro de tratamiento 844 puede incluir una frecuencia de CA; por ejemplo, y entre otros, el módulo de control 840 puede cambiar la frecuencia de CA del voltaje eléctrico de CA, en donde la frecuencia de CA puede influir en la generación de especies de plasma específicas o en la velocidad de reacciones químicas. En una modalidad adicional, el parámetro de tratamiento 844 puede incluir un ancho de pulso, donde el ancho de pulso se refiere a una duración o intervalo de tiempo durante el cual una señal de pulso está en su estado "encendido". En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido 132 puede incluir una modulación de ancho de pulso para modular el voltaje de CA proporcionado por la fuente de voltaje 804 o emitido por el conversor 808. El módulo de control 840 puede ajustar el ancho de pulso de la señal modulada para controlar la salida de voltaje de CA a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 120a-b. En otras modalidades, el parámetro de tratamiento 844 puede incluir un ángulo de fase, en donde el ángulo de fase describe una diferencia en el tiempo o la posición entre dos formas de onda con la misma frecuencia. En un ejemplo no taxativo, el módulo de control 840 puede controlar el ángulo de fase entre las formas de onda de voltaje eléctrico y corriente eléctrica para optimizar la transferencia de energía de la unidad de encendido 132 y mantener una descarga eléctrica estable dentro del reactor de plasma 116. Otras

modalidades ejemplares del parámetro de tratamiento 844 pueden incluir, entre otros, caudal de fluido de al menos un fluido, composición de fluido de al menos un fluido y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 8, el módulo de control 840 puede utilizar un módulo de aprendizaje automático, para implementar uno o más algoritmos o generar uno o más modelos de aprendizaje automático, como un modelo de aprendizaje automático de tratamiento, para determinar al menos un parámetro de tratamiento 844. Sin embargo, el módulo de aprendizaje automático es ejemplar y puede no ser necesario para generar uno o más modelos de aprendizaje automático y realizar cualquier aprendizaje automático descrito aquí. En una o más modalidades, se pueden generar uno o más modelos de aprendizaje automático utilizando datos de entrenamiento. Los datos de entrenamiento pueden incluir entradas y salidas predeterminadas correspondientes para que un modelo de aprendizaje automático pueda usar correlaciones entre las entradas y salidas ejemplares proporcionadas para desarrollar un algoritmo y/o relación que luego le permita al modelo de aprendizaje automático determinar sus propias salidas para las entradas. Los datos de entrenamiento pueden contener correlaciones que un proceso de aprendizaje automático puede utilizar para modelar relaciones entre dos o más categorías de elementos de datos. Las entradas y salidas ejemplares pueden provenir de una base de datos, tal como cualquier base de datos descrita en esta divulgación, o ser proporcionadas por un usuario del aparato 100. En otras modalidades, un módulo de aprendizaje automático puede obtener un conjunto de entrenamiento consultando una base de datos conectada comunicativamente que incluye entradas y salidas anteriores. Los datos de entrenamiento pueden incluir entradas de varios tipos de bases de datos, recursos y/o entradas y salidas de usuario correlacionadas con cada una de esas entradas para que un modelo de aprendizaje automático pueda determinar una salida. Las correlaciones pueden indicar vínculos causales y/o predictivos entre datos, que pueden modelarse como relaciones, como relaciones matemáticas, mediante modelos de aprendizaje automático, como se describe con más detalle a continuación. En una o más modalidades, los datos de entrenamiento pueden formatearse y/u organizarse por categorías de elementos de datos, por ejemplo, asociando elementos de datos con uno o más descriptores correspondientes a categorías de elementos de datos. A modo de ejemplo no taxativo, los datos de entrenamiento pueden incluir datos ingresados en formularios estandarizados por personas o procesos, de modo que la entrada de un elemento de datos determinado en un campo determinado de un formulario pueda asignarse a uno o más descriptores de categorías. Los elementos de los datos de entrenamiento pueden estar vinculados a descriptores de categorías mediante etiquetas, tokens u otros elementos de datos. El módulo de aprendizaje automático se puede utilizar para generar un modelo de aprendizaje automático de tratamiento utilizando datos de

entrenamiento. El modelo de aprendizaje automático de tratamiento se puede entrenar mediante entradas y salidas correlacionadas de datos de entrenamiento. Los datos de entrenamiento pueden ser conjuntos de datos que ya se han convertido a partir de datos sin procesar, ya sea manualmente, por máquina o por cualquier otro método. Los datos de entrenamiento pueden incluir salidas anteriores de modo que el modelo de aprendizaje automático de tratamiento produzca salidas de manera iterativa. El modelo de aprendizaje automático de tratamiento que utiliza un proceso de aprendizaje automático puede generar datos convertidos en función de la entrada de datos de entrenamiento.

Continuando con la referencia a la Figura 8, en una modalidad, ajustar al menos un parámetro de tratamiento 844 puede incluir determinar al menos un parámetro de tratamiento 844 usando un modelo de aprendizaje automático, tal como un modelo de aprendizaje automático de tratamiento. El modelo de aprendizaje automático de tratamiento se puede entrenar mediante datos de entrenamiento, como los datos de entrenamiento de tratamiento. La determinación de al menos un parámetro de tratamiento 844 basado en los datos de reacción 824 utilizando un modelo de aprendizaje automático puede incluir la recepción de datos de entrenamiento de tratamiento del usuario. En una modalidad, los datos de entrenamiento de tratamiento pueden incluir una pluralidad de datos de reacción 824 que están cada uno correlacionado con al menos un parámetro de tratamiento 844. En otra modalidad, cada elemento de datos de reacción 824 puede estar correlacionado con una pluralidad de parámetros de tratamiento 844. por ejemplo, y entre otros, los datos de entrenamiento de tratamiento se pueden utilizar para mostrar que los datos de reacción pueden indicar un parámetro de tratamiento 844 particular. El módulo de control puede ajustar los parámetros de tratamiento 844 para garantizar un tratamiento preciso y efectivo del medio de cultivo 104 y optimizar el proceso de tratamiento para obtener los resultados deseados. En una modalidad, los datos de entrenamiento de tratamiento pueden incluir una pluralidad de parámetros de descarga eléctrica 828 que están cada uno correlacionado con al menos un parámetro de tratamiento 844. En dicha modalidad, los datos de entrenamiento de tratamiento se pueden utilizar para mostrar cómo uno o más parámetros de descarga eléctrica 828 pueden indicar uno o más parámetros de tratamiento 844. En otra modalidad, los datos de entrenamiento de tratamiento pueden incluir también una pluralidad de parámetros de fluido 832 que están cada uno correlacionado con al menos un parámetro de tratamiento 844. En dicha tal modalidad, los datos de entrenamiento de tratamiento se pueden utilizar para mostrar cómo uno o más parámetros de fluido 832 pueden indicar uno o más parámetros de tratamiento 844. En una modalidad adicional, los datos de entrenamiento de tratamiento pueden incluir también una pluralidad de parámetros de medios de cultivo 836 que están cada uno correlacionado con al menos un parámetro de tratamiento 844. En dicha tal

modalidad, los datos de entrenamiento de tratamiento se pueden utilizar para mostrar cómo uno o más parámetros de medio de cultivo 836 pueden indicar uno o más parámetros de tratamiento 844. La determinación de al menos un parámetro de tratamiento 844 utilizando un modelo de aprendizaje automático puede incluir además entrenar el modelo de aprendizaje automático de tratamiento en función de los datos de entrenamiento de tratamiento y determinar al menos un parámetro de tratamiento 844 utilizando el modelo de aprendizaje automático de tratamiento entrenado.

Haciendo referencia ahora a la Figura 9, se ilustra una modalidad ejemplar de un módulo de aprendizaje automático 900 que puede realizar uno o más procesos de aprendizaje automático como se describe en esta divulgación. El módulo de aprendizaje automático puede realizar determinaciones, pasos de clasificación y/o análisis, métodos, procesos o similares como se describe en esta divulgación utilizando procesos de aprendizaje automático. Un "proceso de aprendizaje automático", tal como se utiliza en esta divulgación, es un proceso que utiliza de manera automática datos de entrenamiento 904 para generar un algoritmo que será ejecutado por un dispositivo/módulo informático para producir salidas 908 dados los datos proporcionados como entradas 912; esto contrasta con un programa de software que no es de aprendizaje automático donde los comandos a ejecutar son determinados de antemano por un usuario y escritos en un lenguaje de programación.

Aún haciendo referencia a la Figura 9, "datos de entrenamiento" como se usa en el presente documento, son datos que contienen correlaciones que un proceso de aprendizaje automático puede utilizar para modelar relaciones entre dos o más categorías de elementos de datos. por ejemplo, y entre otros, los datos de entrenamiento 904 pueden incluir una pluralidad de entradas de datos, cada entrada representando un conjunto de elementos de datos que fueron registrados, recibidos y/o generados juntos; los elementos de datos pueden estar correlacionados por existencia compartida en una entrada de datos dada, por proximidad en una entrada de datos dada o similares. Varias entradas de datos en los datos de entrenamiento 904 pueden evidenciar una o más tendencias en las correlaciones entre categorías de elementos de datos; por ejemplo, y entre otros, un valor más alto de un primer elemento de datos perteneciente a una primera categoría de elementos de datos puede tender a correlacionarse con un valor más alto de un segundo elemento de datos perteneciente a una segunda categoría de elementos de datos, lo que indica una posible relación proporcional u otra relación matemática que vincula valores pertenecientes a las dos categorías. Es posible relacionar varias categorías de elementos de datos en los datos de entrenamiento 904 según diversas correlaciones; las correlaciones pueden indicar vínculos causales y/o predictivos entre categorías de elementos de datos, que pueden modelarse como relaciones tales como

relaciones matemáticas mediante procesos de aprendizaje automático, como se describe con más detalle a continuación. Los datos de entrenamiento 904 pueden formatearse y/u organizarse por categorías de elementos de datos, por ejemplo mediante asociar elementos de datos con uno o más descriptores correspondientes a categorías de elementos de datos. A modo de ejemplo no taxativo, los datos de entrenamiento 904 pueden incluir datos ingresados en formularios estandarizados por personas o procesos, de modo que la entrada de un elemento de datos determinado en un campo determinado de un formulario pueda asignarse a uno o más descriptores de categorías. Los elementos en los datos de entrenamiento 904 pueden estar vinculados a descriptores de categorías mediante etiquetas, tokens u otros elementos de datos; por ejemplo, y entre otros, los datos de entrenamiento 904 pueden proporcionarse en formatos de longitud fija, formatos que vinculen posiciones de datos a categorías como formatos de valores separados por comas (CSV) y/o formatos autodescriptivos como lenguaje de marcado extensible (XML), Notación de objetos JavaScript (JSON), o similares, lo que permite que los procesos o dispositivos detecten categorías de datos.

Alternativa o adicionalmente, y continuando con referencia a la Figura 9, los datos de entrenamiento 904 pueden incluir uno o más elementos que no están categorizados; es decir, los datos de entrenamiento 904 pueden no estar formateados ni contener descriptores para algunos elementos de datos. Los algoritmos de aprendizaje automático y/u otros procesos pueden ordenar los datos de entrenamiento 904 de acuerdo con una o más categorizaciones utilizando, por ejemplo, algoritmos de procesamiento de lenguaje natural, tokenización, detección de valores correlacionados en datos sin procesar y similares; las categorías se pueden generar utilizando correlación y/u otros algoritmos de procesamiento. A modo de ejemplo no taxativo, en un corpus de texto, las frases que forman una cantidad "n" de palabras compuestas, como sustantivos modificados por otros sustantivos, pueden identificarse según una prevalencia estadísticamente significativa de n-gramas que contienen dichas palabras en un orden particular; dicho n-grama puede categorizarse como un elemento del lenguaje, como una "palabra", que debe rastrearse de manera similar a las palabras individuales, generando una nueva categoría como resultado del análisis estadístico. De manera similar, en una entrada de datos que incluye algunos datos textuales, el nombre de una persona puede identificarse por referencia a una lista, diccionario u otro compendio de términos, lo que permite una categorización ad hoc mediante algoritmos de aprendizaje automático y/o una asociación automatizada de datos en la entrada de datos con descriptores o en un formato determinado. La capacidad de categorizar entradas de datos de forma automática puede permitir que los mismos datos de entrenamiento 904 se puedan aplicar a dos o más algoritmos de aprendizaje automático distintos, como se describe con más detalle a continuación. Los datos de entrenamiento 904 utilizados por el

módulo de aprendizaje automático 900 pueden correlacionar cualquier dato de entrada como se describe en esta divulgación con cualquier dato de salida como se describe en esta divulgación.

Con referencia adicional a la Figura 9, los datos de entrenamiento se pueden filtrar, ordenar y/o seleccionar utilizando uno o más procesos y/o modelos de aprendizaje automático supervisados y/o no supervisados, como se describe con más detalle a continuación; dichos modelos pueden incluir, entre otros, un clasificador de datos de entrenamiento 916. El clasificador de datos de entrenamiento 916 puede incluir un "clasificador", que como se usa en esta divulgación es un modelo de aprendizaje automático como se define a continuación, tal como un modelo matemático, una red neuronal o un programa generado por un algoritmo de aprendizaje automático conocido como "algoritmo de clasificación", como se describe con más detalle a continuación, que clasifica las entradas en categorías o contenedores de datos, y genera las categorías o contenedores de datos y/o las etiquetas asociadas con ellos. Un clasificador puede configurarse para generar al menos un dato que etiquete o identifique de otro modo un conjunto de datos que están agrupados, que se consideran cercanos según una métrica de distancia como se describe a continuación, o similar. Una métrica de distancia puede incluir cualquier norma, como, sin limitación, una norma pitagórica. El módulo de aprendizaje automático 900 puede generar un clasificador utilizando un algoritmo de clasificación, definido como un proceso mediante el cual un dispositivo informático y/o cualquier módulo y/o componente que funciona en él deriva un clasificador a partir de los datos de entrenamiento 904. La clasificación se puede realizar utilizando, entre otros, clasificadores lineales tales como, entre otros, regresión logística y/o clasificadores bayesianos ingenuos, clasificadores de vecinos más cercanos tales como clasificadores de k vecinos más cercanos, máquinas de vectores de soporte, máquinas de vectores de soporte de mínimos cuadrados, discriminante lineal de Fisher, clasificadores cuadráticos, árboles de decisión, árboles potenciados, clasificadores de bosque aleatorio, cuantificación de vectores de aprendizaje y/o clasificadores basados en redes neuronales.

Aún haciendo referencia a la Figura 9, el módulo de aprendizaje automático 900 puede configurarse para ejecutar un proceso o protocolo de aprendizaje diferido 920, que también puede denominarse "carga diferida" o "llamada cuando sea necesario". Este proceso puede ser un proceso mediante el cual se realiza aprendizaje automático al recibir una entrada que se convertirá en una salida, combinando el conjunto de entrada y entrenamiento para derivar el algoritmo que se utilizará para producir la salida a pedido. Por ejemplo, se puede realizar un conjunto inicial de simulaciones para cubrir una heurística inicial y/o una "primera estimación" de una salida y/o relación. Como ejemplo no taxativo, una heurística inicial puede incluir una clasificación de asociaciones entre entradas y elementos de datos de entrenamiento

904. La heurística puede incluir la selección de una cierta cantidad de asociaciones de mayor rango y/o elementos de datos de entrenamiento 904. El aprendizaje diferido puede implementar cualquier algoritmo de aprendizaje diferido adecuado, incluyendo, entre otros, un algoritmo de K vecinos más cercanos, un algoritmo bayesiano ingenuo diferido o similar; los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varios algoritmos de aprendizaje diferido que pueden aplicarse para generar resultados como se describe en esta divulgación, incluyendo, entre otros, aplicaciones de aprendizaje diferido de algoritmos de aprendizaje automático como se describe con más detalle a continuación.

Alternativa o adicionalmente, y continuando con la referencia a la Figura 9, los procesos de aprendizaje automático como se describe en esta divulgación se pueden utilizar para generar modelos de aprendizaje automático 924. Un "modelo de aprendizaje automático", tal como se utiliza en esta divulgación, es una representación matemática y/o algorítmica de una relación entre entradas y salidas, generada mediante cualquier proceso de aprendizaje automático, incluido, entre otros, cualquier proceso como el descrito anteriormente, y almacenada en la memoria; una entrada se envía a un modelo de aprendizaje automático 924 una vez creada, que genera una salida basada en la relación que se derivó. por ejemplo, y entre otros, un modelo de regresión lineal, generado utilizando un algoritmo de regresión lineal, puede calcular una combinación lineal de datos de entrada utilizando coeficientes derivados durante procesos de aprendizaje automático para calcular un dato de salida. Como ejemplo adicional no taxativo, se puede generar un modelo de aprendizaje automático 924 mediante la creación de una red neuronal artificial, tal como una red neuronal convolucional que comprende una capa de entrada de nodos, una o más capas intermedias y una capa de salida de nodos. Las conexiones entre nodos se pueden crear a través del proceso de "entrenamiento" de la red, en el que se aplican elementos de un conjunto de datos de entrenamiento 904 a los nodos de entrada; luego se utiliza un algoritmo de entrenamiento adecuado (como Levenberg-Marquardt, gradiente conjugado, recocido simulado u otros algoritmos) para ajustar las conexiones y los pesos entre los nodos en capas adyacentes de la red neuronal para producir los valores deseados en los nodos de salida. Este proceso a veces se denomina aprendizaje profundo.

Aún haciendo referencia a la Figura 9, los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir al menos un proceso de aprendizaje automático supervisado 928. Al menos un proceso de aprendizaje automático supervisado 928, como se define en este documento, incluye algoritmos que reciben un conjunto de entrenamiento que relaciona una serie de entradas con una serie de salidas, y buscan encontrar una o más relaciones matemáticas que relacionen entradas con salidas, donde cada una de las una o más relaciones matemáticas es óptima de acuerdo con algún criterio especificado para el algoritmo que utiliza alguna función de puntuación. Por ejemplo,

un algoritmo de aprendizaje supervisado puede incluir datos de reacción como los descritos anteriormente como entradas, al menos un parámetro de tratamiento como salidas y una función de puntuación que represente una forma deseada de relación a detectar entre entradas y salidas; la función de puntuación puede, por ejemplo, buscar maximizar la probabilidad de que una entrada dada y/o una combinación de elementos de entrada esté asociada con una salida dada para minimizar la probabilidad de que una entrada dada no esté asociada con una salida dada. La función de puntuación se puede expresar como una función de riesgo que representa una "pérdida esperada" de un algoritmo que relaciona entradas con salidas, donde la pérdida se calcula en función de error que representa un grado en el cual una predicción generada por la relación es incorrecta cuando se compara con un par de entrada-salida dado proporcionado en los datos de entrenamiento 904. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varias variaciones posibles de al menos un proceso de aprendizaje automático supervisado 928 que puede usarse para determinar la relación entre entradas y salidas. Los procesos de aprendizaje automático supervisados pueden incluir algoritmos de clasificación como los definidos anteriormente.

Haciendo referencia también a la Figura 9, los procesos de aprendizaje automático pueden incluir al menos un proceso de aprendizaje automático no supervisado 932. Un proceso de aprendizaje automático no supervisado, tal como se utiliza en este documento, es un proceso que deriva inferencias en conjuntos de datos sin tener en cuenta las etiquetas; como resultado, un proceso de aprendizaje automático no supervisado puede ser libre de descubrir cualquier estructura, relación y/o correlación proporcionada en los datos. Los procesos no supervisados pueden no requerir una variable de respuesta; pueden usarse para encontrar patrones interesantes y/o inferencias entre variables, para determinar un grado de correlación entre dos o más variables, o similares.

Aún haciendo referencia a la Figura 9, el módulo de aprendizaje automático 900 puede diseñarse y configurarse para crear un modelo de aprendizaje automático 924 utilizando técnicas para el desarrollo de modelos de regresión lineal. Los modelos de regresión lineal pueden incluir la regresión de mínimos cuadrados ordinarios, que tiene como objetivo minimizar el cuadrado de la diferencia entre los resultados previstos y los resultados reales de acuerdo con una norma apropiada para medir dicha diferencia (por ejemplo, una norma de distancia en el espacio vectorial); los coeficientes de la ecuación lineal resultante pueden modificarse para mejorar la minimización. Los modelos de regresión lineal pueden incluir métodos de regresión de cresta, donde la función a minimizar incluye la función de mínimos cuadrados más el término que multiplica el cuadrado de cada coeficiente por una cantidad escalar para penalizar los coeficientes grandes. Los modelos de regresión lineal pueden incluir modelos de operador de selección y contracción mínima absoluta (LASSO), en

los que la regresión de cresta se combina con la multiplicación del término de mínimos cuadrados por un factor de 1 dividido por el doble de la cantidad de muestras. Los modelos de regresión lineal pueden incluir un modelo de lasso multitarea en donde la norma aplicada en el término de mínimos cuadrados del modelo de lasso es la norma de Frobenius que equivale a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de todos los términos. Los modelos de regresión lineal pueden incluir el modelo de red elástica, un modelo de red elástica multitarea, un modelo de regresión de ángulo mínimo, un modelo de lasso LARS, un modelo de búsqueda de correspondencia ortogonal, un modelo de regresión bayesiana, un modelo de regresión logística, un modelo de descenso de gradiente estocástico, un modelo de perceptrón, un algoritmo pasivo agresivo, un modelo de regresión de robustez, un modelo de regresión de Huber o cualquier otro modelo adecuado que se le pueda ocurrir a los expertos en la técnica luego de revisar la totalidad de esta divulgación. Los modelos de regresión lineal pueden generalizarse en una modalidad a modelos de regresión polinómica, con lo cual se busca una ecuación polinómica (por ejemplo, una ecuación cuadrática, cúbica o de orden superior) que proporcione el mejor ajuste entre la salida prevista y la salida real; pueden aplicarse métodos similares a los descritos anteriormente para minimizar las funciones de error, como será evidente para los expertos en la técnica al revisar la totalidad de esta divulgación.

Continuando con la referencia a la Figura 9, los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir, entre otros, análisis discriminante lineal. El algoritmo de aprendizaje automático puede incluir análisis discriminante cuadrático. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir la regresión de cresta del núcleo. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir máquinas de vectores de soporte, incluidos, entre otros, procesos de regresión basados en clasificación de vectores de soporte. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir algoritmos de descenso de gradiente estocástico, incluidos algoritmos de clasificación y regresión basados en el descenso de gradiente estocástico. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir algoritmos de vecinos más cercanos. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir varias formas de regularización del espacio latente, como la regularización variacional. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir procesos gaussianos como la regresión del proceso gaussiano. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir algoritmos de descomposición cruzada, incluidos mínimos cuadrados parciales y/o análisis de correlación canónica. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir métodos bayesianos ingenuos. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir algoritmos basados en árboles de decisión, como algoritmos de clasificación de árboles de decisión o de regresión. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir métodos de conjunto como metaestimadores de ensacado,

bosques de árboles aleatorios, AdaBoost, refuerzo de árboles de gradiente y/o métodos de clasificación por votación. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden incluir algoritmos de redes neuronales, incluidos procesos de redes neuronales convolucionales.

Ahora, con referencia a la Figura 10, se ilustra un diagrama de flujo de una modalidad ejemplar de un método 1000 para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica. El método 1000 incluye el paso 1005 de proporcionar, mediante una fuente de voltaje, un voltaje eléctrico. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 10, el método 1000 incluye el paso 1010 de convertir, mediante un conversor, el voltaje eléctrico de una entrada de voltaje de corriente continua (CC) a una salida de corriente alterna (CA). En algunas modalidades, el conversor puede configurarse para la entrada de voltaje de CC en una descarga de alto voltaje a 10.000 kHz (10 MHz). Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 10, el método 1000 incluye un paso 1015 de conexión, mediante una interfaz de conexión eléctrica, del conversor a al menos un electrodo de un par de electrodos dispuestos en el reactor de plasma eléctricamente, en donde el par de electrodos comprende un primer electrodo y un segundo electrodo. En algunas modalidades, el primer electrodo del al menos un par de electrodos puede estar configurado para divergir del segundo electrodo del al menos un par de electrodos. En algunas modalidades, cada electrodo de al menos un par de electrodos puede incluir un ángulo de inclinación de entre 6 grados y 8 grados (para un ángulo combinado entre el al menos un par de electrodos de entre 12 grados y 16 grados). En algunas modalidades, al menos un electrodo del par de electrodos puede incluir un aislamiento dieléctrico. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 10, el método 1000 incluye el paso 1020 de iniciar, mediante un módulo de control, una generación de una descarga eléctrica en una región de reacción dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo. En algunas modalidades, la región de reacción puede incluir una pluralidad de puntos de arco entre el primer electrodo del al menos un par de electrodos y el segundo electrodo del al menos un par de electrodos. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 10, el método 1000 incluye el paso 1025 de habilitar, mediante la región de reacción, una interacción entre la descarga eléctrica y un medio de cultivo contenido en la cámara de tratamiento. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 10, el método 1000 incluye el paso 1030 de detección, mediante un mecanismo de retroalimentación, de datos de reacción utilizando un sensor. En algunas modalidades, el sensor puede incluir al menos un sensor seleccionado entre una pluralidad de sensores que consisten en un sensor de voltaje, un sensor de corriente, un sensor de temperatura, un sensor de humedad y un sensor óptico. En algunas modalidades, los datos de reacción pueden incluir una pluralidad de parámetros de descarga eléctrica, una pluralidad de parámetros de fluido y una pluralidad de parámetros de medio de cultivo. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 10, el método 1000 puede incluir los pasos de recibir, por parte del módulo de control, los datos de reacción detectados por el sensor desde el mecanismo de retroalimentación y ajustar, por parte del módulo de control, al menos un parámetro de tratamiento del aparato en función de los datos de reacción. En algunas modalidades, ajustar al menos un parámetro de tratamiento puede incluir entrenar, por parte del módulo de control, un modelo de aprendizaje automático de tratamiento usando datos de entrenamiento de tratamiento, en donde los datos de entrenamiento de tratamiento pueden incluir una pluralidad de datos de reacción como entrada correlacionados con una pluralidad de parámetros de tratamiento como salida y determinar, por parte del módulo de control, al menos un parámetro de tratamiento en función del modelo de aprendizaje automático de tratamiento entrenado. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Ahora, con referencia a las Figuras 11A-C, se ilustran modalidades ejemplares de una porción de un inyector 1100 para un reactor de plasma. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "reactor de plasma" es un dispositivo configurado para generar, sostener y/o controlar plasma. "Plasma", a los efectos de esta divulgación, se refiere al cuarto estado de la materia, además de sólido, líquido y gaseoso. El plasma puede incluir un gas parcialmente ionizado que consiste en una mezcla de iones, electrones y/o partículas neutras (es decir, átomos y moléculas). En una modalidad, el plasma se puede formar cuando al menos un fluido se somete a una fuente de alta energía, tal como, entre otros, calor, radiación, campo eléctrico y similares, lo que hace que los átomos o moléculas en al menos un fluido se ionicen perdiendo o ganando electrones. Se puede introducir al menos un fluido en el reactor de plasma utilizando un inyector 1100 como se describe a continuación en esta divulgación. En algunos casos, el plasma puede incluir plasma no térmico (NTP), en donde el plasma no térmico es un tipo de plasma en el que la temperatura de los electrones es significativamente más alta que la temperatura de los iones más pesados y las partículas neutras. En este caso, aunque los electrones del plasma tienen alta energía cinética, la temperatura general de al menos un fluido puede permanecer relativamente baja (por ejemplo, a menudo cerca de la temperatura ambiente de 20-

22 °C/68-72 °F). Adicional o alternativamente, la distribución de energía entre las partículas dentro del plasma no térmico puede no estar en equilibrio térmico debido a que los electrones, al ser mucho más livianos que los iones y las partículas neutras, pueden ganar energía más rápidamente cuando se someten a un campo eléctrico o magnético, lo que genera una temperatura de electrones más alta. Por otro lado, los iones más pesados y las partículas neutras pueden moverse más lentamente y permanecer más fríos, lo que da como resultado una temperatura baja de al menos un fluido. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "fluido" es un material gaseoso o líquido que puede fluir, incluyendo, entre otros, agua, nitrógeno, oxígeno y/u otros gases y/o líquidos.

Con referencia continua a las Figuras 11A-C, tal como se utiliza en esta divulgación, un "inyector" es un componente diseñado para introducir al menos un fluido en un reactor de plasma. En concreto, la inyección puede producirse en la región de reacción del reactor de plasma. En un ejemplo no taxativo, el inyector 1100 está configurado para alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción del reactor de plasma. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "región de reacción" es un área o espacio designado dentro del reactor de plasma donde tienen lugar reacciones químicas o físicas específicas. El reactor de plasma puede entonces utilizar al menos un fluido para generar plasma. "Conexión fluida", a los efectos de esta divulgación, se refiere a una vía o enlace que permite la transferencia de al menos un fluido. En un ejemplo no taxativo, se puede establecer una conexión fluida entre el inyector 1100 y al menos un depósito utilizando diversos componentes tales como, entre otros, tubos, tuberías, mangueras, canales o similares para crear una vía continua para el flujo de al menos un fluido.

Con referencia continua a las Figuras 11A-C, en algunas modalidades, un inyector 1100 incluye al menos una salida de fluido 1104a-d. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "salida de fluido" es un punto de salida a través del cual se emite al menos un fluido del inyector 1100 a la región de reacción del reactor de plasma. En algunas modalidades, al menos una salida de fluido 1104a-d está configurada para emitir al menos un fluido en una distribución de cono 1112 al reactor de plasma. Para los fines de esta divulgación, una "distribución de cono" de gotas es la forma de distribución de gotas de al menos un fluido que se asemeja a una forma de cono. Como ejemplo no taxativo, el al menos un fluido disperso desde la al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir la distribución de cono 1112 debido a la física de la dinámica de fluidos. por ejemplo, y entre otros, cuando al menos un fluido sale de una boquilla de la al menos una salida de fluido 1104a-d, inicialmente viaja en línea recta antes de encontrarse con el aire circundante. A medida que un fluido ingresa al aire, se ve sometido a fuerzas aerodinámicas, como resistencia y turbulencia, que hacen que se extienda en una distribución de cono 1112. Este fenómeno se conoce como efecto Coanda, que describe la tendencia de un chorro

de fluido a adherirse a una superficie cercana, como la superficie del aire que rodea las gotas 1116. La distribución de cono 1112 también puede verse influenciada por el tamaño y la forma de la boquilla de al menos una salida de fluido 1104a-d, la presión y la velocidad de al menos un fluido y las propiedades del aire circundante. En algunas modalidades, la distribución de cono 1112 incluye un ángulo de distribución. Para los fines de esta divulgación, un "ángulo de distribución" de una distribución de cono se refiere a un ángulo entre el eje longitudinal de la distribución de cono y un plano o eje de referencia dentro del reactor de plasma. Como ejemplo no taxativo, el ángulo de distribución de cono de distribución del al menos un fluido puede incluir varios ángulos, tales como, entre otros, 12°, 13°, 14°, 15° y similares. En algunas modalidades, la distribución de cono de las gotas puede coincidir con la forma de un par de electrodos del reactor de plasma. Como ejemplo no taxativo, cuando un ángulo de inclinación del par de electrodos es de 6° (es decir, cuando un ángulo entre el par de electrodos es de 12°), el ángulo de distribución de cono de distribución del al menos un fluido puede incluir 12°. En algunas modalidades, el cono de distribución 1112 incluye gotas 1116 de al menos un fluido. Tal como se utiliza en esta divulgación, el término "gotas" se refiere a partículas líquidas pequeñas y de forma esférica. En algunas modalidades, al menos una salida de fluido 1104a-d puede emitir varios tamaños de las gotas 1116 de al menos un fluido. A modo de ejemplo no taxativo, las gotas pueden incluir gotas microfinas. A los efectos de esta divulgación, "gota microfina" es una gota que tiene un diámetro de menos de 110 micrómetros. por ejemplo, y entre otros, el diámetro de las gotas microfinas de las gotas 1116 puede incluir 5 μ , 6 μ , 7 μ , 8 μ y similares. En algunos casos, al menos una salida de fluido 1104a-d puede estar configurada para permitir que al menos un fluido se libere en la ubicación prevista dentro de la región de reacción. por ejemplo, y entre otros, al menos una salida de fluido 1104a-d puede colocarse en el centro y justo encima de al menos un par de electrodos.

Con referencia continua a las Figuras 11A-C, en algunas modalidades, al menos una salida de fluido 1104a-d puede estar configurada para producir una concentración de óxido de nitrógeno (NOx). por ejemplo, y entre otros, cuando el plasma reacciona con el aire, puede producir una variedad de especies reactivas, incluidos óxidos de nitrógeno (NOx). Las especies reactivas descritas en este documento se describen con más detalle a continuación. Las especies de NOx, por ejemplo y entre otros, pueden reaccionar con gotas 1116 en un reactor de plasma para formar ácido nítrico. Dado que el ácido nítrico es altamente soluble en al menos un fluido, puede ser absorbido por las gotas 1116, lo que lleva a un aumento en la concentración de NOx en las gotas microfinas. La al menos una salida de fluido 1104a-d puede estar a una distancia con al menos un par de electrodos o la región de reacción. Esta distancia puede afectar el tiempo y el espacio disponibles para que al menos un fluido se mezcle e interactúe con el plasma u otros componentes del proceso. En algunos

casos, al menos una salida de fluido 1104a-d puede configurarse para proporcionar un patrón y dispersión de flujo óptimos del al menos un fluido en la región de reacción. En un ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir una boquilla (es decir, una abertura con una forma especial). A los efectos de esta divulgación, una "boquilla" es un componente que está configurado para crear una corriente dirigida y de alta velocidad de al menos un fluido. En algunas modalidades, la boquilla puede mejorar la mezcla y dispersión de al menos un fluido en la región de reacción. Dicha boquilla puede incluir, entre otros, una boquilla giratoria, una boquilla de pulverización en abanico, una boquilla de chorro de impacto, una boquilla de múltiples orificios, una boquilla atomizadora y similares. En otro ejemplo no taxativo, dicha boquilla puede incluir, entre otros, boquilla ultrasónica, boquilla de aire comprimido, boquilla de alta presión, boquilla de baja presión, boquilla aerodinámica, boquilla de microneblia, boquilla de línea de niebla y similares. En algunas modalidades, al menos una salida de fluido 1104a-d puede estar configurada para emitir una mezcla de un primer fluido y un segundo fluido de un primer acceso de fluido y un segundo acceso de fluido en forma de gotas al reactor de plasma.

Con referencia continua a las Figuras 11A-C, en una modalidad, al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir atomización ultrasónica para crear gotas 1116. Como ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede utilizar ondas de sonido de alta frecuencia para crear ondas en la superficie de dicho al menos un fluido, que a su vez crean gotas 1116 que se liberan en el aire. En otra modalidad, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir atomización por presión de aire para crear las gotas 1116. Como ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede utilizar aire comprimido para forzar el agua a través de una boquilla, creando gotas microfinas. En otra modalidad, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir atomización centrífuga para crear las gotas 1116. Como ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede utilizar un disco o rueda giratoria para arrojar gotas 1116 hacia afuera, creando gotas microfinas. En otra modalidad, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir atomización electrostática. Como ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede utilizar un campo eléctrico para dividir una corriente del al menos un fluido en gotas 1116, que luego se cargan y se repelen entre sí, creando gotas microfinas. En otra modalidad, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir atomización térmica. Como ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede utilizar un método de calentamiento de dicho al menos un fluido para crear vapor, que luego se condensa nuevamente en gotas 1116 utilizando un sistema de enfriamiento, creando gotas microfinas.

Con referencia continua a las Figuras 11A-C, en algunas modalidades, al menos una salida de fluido 1104a-d puede incluir una pluralidad de la al menos una salida de

fluido 1104a-d. En algunas modalidades, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede estar configurada para emitir al menos un fluido 1108a-d. Como ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 1104a puede estar configurada para emitir al menos un fluido 1108a. Como otro ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 1104b puede estar configurada para emitir al menos un fluido 1108b. Como otro ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 1104b puede estar configurada para emitir al menos un fluido 1108b. Como otro ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 1104c puede estar configurada para emitir al menos un fluido 1108c. Como otro ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 1104c puede estar configurada para emitir al menos un fluido 1108d. En algunas modalidades, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede estar configurada para emitir una mezcla del al menos un fluido 1108a-c. Como ejemplo no taxativo, el al menos un fluido 1108d puede incluir una mezcla del al menos un fluido 1108a-c. Como ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104d puede estar configurada para emitir el al menos un fluido 1108d, donde el al menos un fluido 1108d puede incluir una mezcla del al menos un fluido 1108a-c. En algunas modalidades, la al menos una salida de fluido 1104a d puede emitir una distribución de cono 11 de gotas del al menos un fluido 1108a-c. La distribución de cono 1112 de las gotas 1116 del al menos un fluido 1108a-c divulgado en este documento puede coincidir con el cono de pulverización 312 (véase la Figura 3).

La distribución de cono 11 de gotas del al menos un fluido 1104a-c se ha descrito con más detalle anteriormente en relación con la Figura 1. En algunas modalidades, la al menos una salida de fluido 1104a-d puede estar conectada fluidamente a al menos un depósito 112. Como otro ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104a puede estar conectada fluidamente a un primer depósito 112 que puede incluir el al menos un fluido 1108a. Como otro ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104b puede estar conectada fluidamente a un segundo depósito 112 que puede incluir el al menos un fluido 1108b. Como otro ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido 1104c puede estar conectada fluidamente a un tercer depósito 112 que puede incluir el al menos un fluido 1108a. En algunas modalidades, como se muestra en la Figura 11A, el al menos un fluido 1108a-c puede mezclarse externamente. En algunas modalidades, como se muestra en la Figura 11B, el al menos un fluido 1108a-c puede mezclarse internamente. En algunas modalidades, como se muestra en la Figura 11C, el al menos un fluido 1108a-c puede mezclarse en un depósito de inyector 1120. A los efectos de esta divulgación, un "depósito de inyector" es un contenedor o cámara de almacenamiento de un inyector diseñado para contener al menos un fluido utilizado en el proceso de tratamiento. En algunas modalidades, el depósito del inyector 1120 puede estar conectado fluidamente a al menos un depósito 112. Como un ejemplo no taxativo, el depósito del inyector 1120 puede estar conectado fluidamente a una salida del al menos un depósito 112.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 12, se presenta una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de vapor 1200. En una modalidad, el sistema 1200 incluye un acceso de fluido 1204 en comunicación fluida con un depósito de fluido 1208. En una modalidad, el acceso de fluido 1204 puede recibir un fluido de un depósito de fluido 1208. Una "acceso de fluido", tal como se utiliza en este documento, es un punto de entrada a través del cual se puede introducir un fluido en un sistema de inyección de vapor antes de su uso en las maneras descritas en este documento. En algunos ejemplos no taxativos, el acceso de fluido 1204 puede incluir componentes tales como, entre otros, tubos, tuberías, mangueras, canales o similares para crear una vía continua para el flujo de un fluido. "Comunicación fluida", tal como se utiliza en esta divulgación, se refiere a una vía o enlace que permite la transferencia de al menos un fluido. Tal como se utiliza en este documento, un "depósito" es un sistema de almacenamiento, por ejemplo, para un fluido. En modalidades, el acceso de fluido 1204 puede estar configurada para recibir un fluido del depósito de fluido 1208. En algunas modalidades, el depósito de fluido 1208 puede incluir una pluralidad de depósitos. En una modalidad, el depósito de fluido 1208 puede estar sellado para evitar sustancialmente fugas del fluido almacenado en el depósito de fluido 1208. En algunas modalidades, el depósito de fluido 1208 puede estar ventilado para permitir el paso libre de algunos fluidos como, entre otros, aire, dentro y fuera del depósito de fluido 1208. En otra modalidad, el depósito de fluido 1208 puede estar completamente sellado. En algunas modalidades, el depósito de fluido 1208 puede incluir un depósito de almacenamiento. En una modalidad, el depósito de fluido 1208 puede incluir un depósito de presión, que proporciona una diferencia de presión entre el interior y el exterior del depósito. En algunos casos, el depósito de fluido 1208 puede estar aislado, por ejemplo para evitar la comunicación eléctrica y/o térmica entre el interior y el exterior del depósito. En una modalidad, el acceso de fluido 1204 puede estar conectada hidráulicamente al depósito de fluido 1208. En algunas modalidades, el acceso de fluido 1204 puede incluir una bomba. En una modalidad, la bomba puede estar configurada para bombear fluido unidireccionalmente desde el depósito de fluido 1208 a otros componentes del sistema de inyección de vapor 1200. En algunas modalidades, la bomba puede incluir más de una bomba y/o varias válvulas. En una modalidad, el número de válvulas puede comprender al menos una válvula de retención. Tal como se utiliza en esta divulgación, "válvula de retención" es una válvula unidireccional/antirretorno que se abre con el movimiento y la presión del fluido y se cierra para evitar el refluo del fluido y/o la presión. En una modalidad ejemplar, la válvula de retención puede ser cualquiera de las siguientes: una válvula de retención de bola, una válvula de retención oscilante, una válvula de retención de disco basculante y similares. Serán evidentes para un experto en la técnica, al leer esta divulgación, las muchas formas en que se pueden utilizar para controlar el flujo de fluidos desde el depósito de fluido 1208 a otros componentes del sistema de inyección de vapor 1200. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "fluido" es un

material gaseoso o líquido que puede fluir, incluyendo, entre otros, agua, nitrógeno, oxígeno y/u otros gases y/o líquidos.

Aún haciendo referencia a la Figura 12, en algunas modalidades, el acceso de fluido 1204 puede incluir un circuito fluido configurado para dirigir el fluido hacia los componentes del sistema de inyección de vapor 1200. En una modalidad, el circuito fluido puede estar conectado a un controlador 1212 configurado para controlar el flujo del fluido desde el depósito de fluido 1208 a otros componentes del sistema de inyección de vapor 1200. El controlador 1212 puede incluir cualquier dispositivo informático como se describe en esta divulgación, incluyendo, entre otros, un microcontrolador, un microprocesador, un procesador de señal digital (DSP) y/o un sistema en un chip (SoC) como se describe en esta divulgación. El dispositivo informático puede incluir, estar incluido en y/o comunicarse con un dispositivo móvil, como un teléfono móvil o un teléfono inteligente. El controlador 12 puede incluir un único dispositivo informático que funcione independientemente, o puede incluir dos o más dispositivos informáticos que funcionen en conjunto, en paralelo, secuencialmente o de forma similar; dos o más dispositivos informáticos pueden estar incluidos juntos en un único dispositivo informático o en dos o más dispositivos informáticos. El controlador 1212 puede interactuar o comunicarse con uno o más dispositivos adicionales, como se describe a continuación con más detalle, a través de un dispositivo de interfaz de red. El dispositivo de interfaz de red se puede utilizar para conectar un controlador 1212 a una o más de una variedad de redes y a uno o más dispositivos. Los ejemplos de un dispositivo de interfaz de red incluyen, entre otros, una tarjeta de interfaz de red (por ejemplo, una tarjeta de interfaz de red móvil, una tarjeta LAN), un módem y cualquier combinación de estos. Los ejemplos de una red incluyen, entre otros, una red de área amplia (por ejemplo, Internet, una red empresarial), una red de área local (por ejemplo, una red asociada con una oficina, un edificio, un campus u otro espacio geográfico relativamente pequeño), una red telefónica, una red de datos asociada con un proveedor de teléfono/voz (por ejemplo, una red de datos y/o voz de un proveedor de comunicaciones móviles), una conexión directa entre dos dispositivos informáticos y cualquier combinación de estos. Una red puede emplear un modo de comunicación cableado y/o inalámbrico. En general, se puede utilizar cualquier topología de red. La información (por ejemplo, datos, software, etc.) puede comunicarse hacia y/o desde una computadora y/o un dispositivo informático. El controlador 12 puede incluir, entre otros, por ejemplo, un dispositivo informático o un grupo de dispositivos informáticos en una primera ubicación y un segundo dispositivo informático o grupo de dispositivos informáticos en una segunda ubicación. El controlador 12 puede incluir uno o más dispositivos informáticos dedicados al almacenamiento de datos, seguridad, distribución de tráfico para equilibrar la carga y similares. El controlador 1212 puede distribuir una o más tareas informáticas como se describe a continuación entre una pluralidad de

dispositivos informáticos, que pueden funcionar en paralelo, en serie, de manera redundante o de cualquier otra manera utilizada para la distribución de tareas o memoria entre dispositivos informáticos. El controlador 1212 puede implementarse utilizando una arquitectura de "nada compartido" en la que los datos se almacenan en caché en el worker; en una modalidad, esto puede permitir la escalabilidad del sistema 1200 y/o del dispositivo informático.

Continuando con la referencia a la Figura 12, en modalidades, el controlador 1212 puede diseñarse y/o configurarse para realizar cualquier método, paso de método o secuencia de pasos de método en cualquier modalidad descrita en esta divulgación, en cualquier orden y con cualquier grado de repetición. Por ejemplo, un controlador 1212 puede configurarse para realizar un solo paso o secuencia repetidamente hasta que se logre un resultado deseado u ordenado; la repetición de un paso o una secuencia de pasos puede realizarse de manera iterativa y/o recursiva utilizando salidas de repeticiones anteriores como entradas para repeticiones posteriores, agregando entradas y/o salidas de repeticiones para producir un resultado agregado, reducción o disminución de una o más variables tales como variables globales, y/o división de una tarea de procesamiento más grande en un conjunto de tareas de procesamiento más pequeñas abordadas iterativamente. El controlador 12 puede realizar cualquier paso o secuencia de pasos como se describe en esta divulgación en paralelo, como realizar de manera simultánea y/o sustancialmente simultánea un paso dos o más veces utilizando dos o más subprocesos paralelos, núcleos de procesador o similares; la división de tareas entre subprocesos y/o procesos paralelos se puede realizar de acuerdo con cualquier protocolo adecuado para la división de tareas entre iteraciones. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varias formas en las que los pasos, las secuencias de pasos, las tareas de procesamiento y/o los datos pueden subdividirse, compartirse o tratarse de otro modo mediante iteración, recursión y/o procesamiento paralelo.

Continuando con la referencia a la Figura 12, el controlador 1212 puede enviar comandos de bomba a una bomba, por ejemplo mediante señales de comando de bomba. "Señal de comando de bomba", tal como se utiliza en esta divulgación, es una señal que representa un comando de bomba. "Comando de bomba", tal como se utiliza en esta divulgación, es una comunicación destinada a cualquier bomba descrita en este documento. En algunos casos, el comando de bomba se puede utilizar para afectar el rendimiento de la bomba. En algunas modalidades, el controlador 1212 puede recibir datos de bomba desde una bomba conectada al acceso de fluido 1204, por ejemplo mediante señales de datos de bomba. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "señal de datos de bomba", es una señal que representa datos de bomba. Tal como se utiliza en esta divulgación, "datos de bomba" es información asociada con cualquier bomba descrita en este documento.

En algunos casos, los datos de bomba pueden representar el rendimiento y/o el funcionamiento de una bomba.

Continuando con la referencia a la Figura 12, el sistema 1200 puede incluir un acondicionador de voltaje 1216 conectado a una fuente de alimentación 1220. Un "acondicionador de voltaje", tal como se utiliza en este documento, es un dispositivo capaz de regular los niveles de voltaje y la frecuencia de una corriente eléctrica y convertir tipos de corriente. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir un rectificador. Un "rectificador", tal como se utiliza en este documento, es un dispositivo o componente configurado para convertir corriente alterna (CA) en corriente continua (CC). En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir un inversor. Un "inversor", tal como se utiliza en este documento, es un dispositivo o componente configurado para convertir corriente continua (CC) en corriente alterna (CA). En una modalidad, el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir un conversor elevado. Un "conversor elevador", tal como se utiliza en este documento, es un dispositivo o componente configurado para aumentar los niveles de voltaje de una corriente. Un "transformador", tal como se utiliza en este documento, es un dispositivo configurado para transferir energía eléctrica de un circuito a otro circuito a través de inducción electromagnética. En una modalidad, el acondicionador de voltaje 1216 está configurado para recibir energía eléctrica de la fuente de alimentación 1220. Una "fuente de alimentación", tal como se utiliza en esta divulgación, es cualquier sistema, dispositivo o medio que proporciona energía, como, entre otros, energía eléctrica, a un dispositivo. En modalidades, la fuente de alimentación 1220 puede incluir un generador de energía. En modalidades, la fuente de alimentación 1220 puede incluir una toma de corriente conectada a la red eléctrica. En algunas modalidades, el controlador 1212 puede estar conectado a una fuente de alimentación. En modalidades, el acondicionador de voltaje está configurado además para transformar la energía eléctrica. En algunas modalidades, transformar la energía eléctrica puede incluir regular el voltaje de la energía eléctrica. En modalidades adicionales, transformar la energía eléctrica puede incluir regular el voltaje de la energía eléctrica a un rango entre 120 voltios y 220 voltios. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir un transformador. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede utilizar el transformador para regular la energía eléctrica. En modalidades, transformar la energía eléctrica puede incluir modificar la frecuencia del voltaje. En modalidades adicionales, transformar la energía eléctrica puede incluir modificar la frecuencia del voltaje a 20 kilohertz (kHz). En algunas modalidades, transformar la energía eléctrica puede incluir modificar la frecuencia del voltaje a 30 kilohertz (kHz). En un ejemplo no taxativo, el acondicionador de voltaje 1216 puede transformar energía eléctrica al recibir energía eléctrica de CA desde la fuente de alimentación 1220, el acondicionador de voltaje 1216 puede convertir la energía eléctrica de CA

en energía eléctrica de CC usando un componente rectificador, el acondicionador de voltaje 1216 puede luego aumentar el voltaje a 220 V usando un componente conversor elevador y luego aumentar la frecuencia a 20 kHz usando un componente inversor. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede usar un rectificador para convertir energía eléctrica de CA en energía eléctrica de CC pulsada. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede utilizar un rectificador junto con un filtro, amplificador y/o procesador de señal digital para convertir energía eléctrica de CA en una forma de onda de múltiples velocidades. Una "forma de onda de múltiples velocidades", tal como se utiliza en este documento, es un tipo de señal que se ha muestreado a múltiples velocidades, donde cada velocidad corresponde a un rango de frecuencia específico de interés. En algunas modalidades, la forma de onda de múltiples velocidades puede incluir una pluralidad de formas de onda, tales como ondas cuadradas, ondas de diente de sierra, ondas triangulares y similares. tal como se utiliza en este documento, las "ondas cuadradas" son señales periódicas que se alternan de forma binaria, como 0 y 1. tal como se utiliza en este documento, las "ondas de diente de sierra" son señales periódicas que tienen un ascenso lineal y una caída repentina. Tal como se utiliza aquí, las "ondas triangulares" son señales periódicas que tienen un ascenso y un descenso lineales. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede convertir energía eléctrica de CC en energía eléctrica de CA utilizando un conversor. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede convertir energía eléctrica de CC pulsada en energía eléctrica de CA utilizando un conversor. En una modalidad, el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir convertir también CA en CA. Por ejemplo, los conversores de CA a CA se pueden utilizar para convertir formas de onda de CA con una frecuencia y magnitud particulares a formas de onda de CA con otra frecuencia y otra magnitud. Por ejemplo, un controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo basado en tiristores que convierte el voltaje alterno fijo directamente en voltaje alterno variable sin un cambio en la frecuencia. El controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo controlado por fase y, por lo tanto, no se requieren circuitos de conmutación de fuerza y se puede utilizar conmutación natural o de línea. Será evidente para un experto en la técnica, al leer esta divulgación, que los componentes descritos en esta divulgación se describen solo como ejemplos y que el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir muchos otros componentes no descritos en este documento y los componentes pueden usarse en otros órdenes no descritos.

Continuando con la referencia a la Figura 12, en una modalidad, el sistema 1200 puede incluir una bobina de núcleo de hierro 1224 conectada a un acondicionador de voltaje 1216. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir una bobina de núcleo de hierro 1224. En una modalidad, la bobina de núcleo

de hierro 1224 puede estar configurada para transmitir energía eléctrica transformada desde el acondicionador de voltaje 1216. En otras modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede estar configurado para transmitir energía eléctrica transformada. Una "bobina de núcleo de hierro", tal como se utiliza en este documento, es un tipo de inductor o componente magnético, que consiste en una bobina de alambre enrollada alrededor de un núcleo de hierro o ferromagnético, que resiste los cambios en la corriente que fluye a través de él. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede incluir dos o más bobinas de cable aislado que están envueltas alrededor de un núcleo de hierro común. En un ejemplo no taxativo, la bobina de núcleo de hierro 1224 puede transmitir energía eléctrica modificada desde el acondicionador de voltaje 1216.

Aún haciendo referencia a la Figura 12, en una modalidad, el sistema 1200 incluye un compresor de cristal 1228. Un "compresor de cristal", tal como se utiliza en este documento, es un dispositivo piezoeléctrico utilizado para generar variaciones de presión u ondas ultrasónicas dentro de un fluido. Un "dispositivo piezoeléctrico", tal como se utiliza en este documento, es un dispositivo que utiliza materiales piezoeléctricos, como ciertos tipos de cristales que pueden cambiar su forma y/o dimensión cuando se aplica un voltaje eléctrico, para generar ondas de presión oscilantes o vibraciones ultrasónicas. En algunas modalidades, el compresor de cristal 1228 puede estar conectado a la bobina de núcleo de hierro 1224. En un ejemplo no taxativo, la bobina de núcleo de hierro 1224 se puede utilizar para conectar el acondicionador de voltaje 1216 y el compresor de cristal 1228 para mantener las propiedades de la energía eléctrica transformada, tales como voltaje y frecuencia establecidos, durante la transmisión. En modalidades, el compresor de cristal 1228 puede estar conectado al acceso de fluido 1204. En algunas modalidades, el compresor de cristal 1228 puede estar conectado al acondicionador de voltaje 1216. En una modalidad, el compresor de cristal 1228 puede estar configurado para recibir la energía eléctrica transformada desde la bobina de núcleo de hierro 1224. En modalidades, el compresor de cristal 1228 puede recibir la energía eléctrica transformada desde el acondicionador de voltaje 1216. En modalidades, el compresor de cristal 1228 puede recibir el fluido desde el acceso de fluido 1204. En algunas modalidades, el compresor de cristal 1228 puede estar conectado comunicativamente al controlador 1212. En algunas modalidades, el controlador 1212 puede ser un controlador piezoeléctrico. El controlador piezoeléctrico puede incluir el "Controlador piezoeléctrico de bucle abierto" fabricado por Thorlabs Inc., con sede en Newton, Nueva Jersey, EE. UU.

Continuando con referencia a la Figura 12, en una modalidad, el compresor de cristal 1228 genera vapor 1232 en función de la energía eléctrica transformada y el fluido. En un ejemplo no taxativo, el compresor de cristal 1228 puede generar vapor 1232, como vapor de agua, mediante la aplicación de vibraciones ultrasónicas a un fluido,

como agua. En algunas modalidades, el compresor de cristal emite el vapor utilizando una salida de vapor 1236. Una "salida de vapor", tal como se utiliza en este documento, es un punto de salida a través del cual se emite vapor. En un ejemplo no taxativo, la salida de vapor 12 puede incluir una boquilla de niebla configurada para emitir vapor. En algunas modalidades, el sistema de inyección de vapor 1200 puede estar conectado a un reactor de plasma. En algunas modalidades, el sistema de inyección de vapor 1200 puede estar configurado además para emitir vapor en el reactor de plasma. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "reactor de plasma" es un dispositivo configurado para generar, sostener y/o controlar plasma. "Plasma", a los efectos de esta divulgación, se refiere al cuarto estado de la materia, además de sólido, líquido y gaseoso. El plasma puede incluir un gas parcialmente ionizado que consiste en una mezcla de iones, electrones y/o partículas neutras (es decir, átomos y moléculas). En una modalidad, el plasma se puede formar cuando un vapor se somete a una fuente de alta energía, tal como, entre otros, calor, radiación, campo eléctrico y similares, lo que hace que los átomos o moléculas en un vapor se ionicen perdiendo o ganando electrones. En algunas modalidades, se puede introducir vapor en un reactor de plasma utilizando el sistema inyector de vapor 1200. En algunas modalidades, el plasma puede incluir plasma no térmico (NTP), en donde el plasma no térmico es un tipo de plasma en el que la temperatura de los electrones es significativamente más alta que la temperatura de los iones más pesados y las partículas neutras. En este caso, aunque los electrones del plasma tienen alta energía cinética, la temperatura general del vapor puede permanecer relativamente baja (por ejemplo, a menudo cerca de la temperatura ambiente de 20-22 °C/68-72 °F). Adicional o alternativamente, la distribución de energía entre las partículas dentro del plasma no térmico puede no estar en equilibrio térmico debido a que los electrones, al ser mucho más livianos que los iones y las partículas neutras, pueden ganar energía más rápidamente cuando se someten a un campo eléctrico o magnético, lo que genera una temperatura de electrones más alta. Por otro lado, los iones más pesados y las partículas neutras pueden moverse más lentamente y permanecer más fríos, lo que da como resultado una temperatura baja del vapor.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 13, una Figura 13 ejemplar es una modalidad ejemplar de un conjunto de carcasa de reactor de plasma 1300. El conjunto de carcasa de reactor de plasma 1300 puede incluir una carcasa 1304. En otra modalidad, la carcasa 1304 puede ser una carcasa separada configurada para albergar únicamente un reactor de plasma. En un ejemplo no taxativo, el conjunto de carcasa de reactor de plasma 1300 puede tener doble carcasa, en donde la carcasa 1304 puede estar dispuesta dentro de otra capa de la carcasa 1304. En algunos casos, la carcasa 1304 puede moldearse por inyección a través de un molde inyectable. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "molde inyectable" es una herramienta de fabricación para producir piezas de plástico. La fabricación de la

carcasa 1304 puede incluir el uso de un proceso de moldeo por inyección, en donde el proceso de moldeo por inyección puede implicar el uso de un molde inyectable configurado para crear una forma y características específicas de la carcasa 1304. En algunas modalidades, el molde inyectable puede incluir dos mitades que están unidas entre sí, con una o más cavidades en el medio, en donde las cavidades pueden definir la forma de la carcasa 1304. En algunos casos, se puede inyectar material tal como, entre otros, plástico fundido en el molde inyectable a alta presión, llenando el espacio y tomando la forma del molde inyectable. El proceso de moldeo por inyección puede incluir un proceso de enfriamiento que está configurado para enfriar o solidificar el material inyectado. A continuación, se puede abrir el molde inyectable y retirar la carcasa terminada 1304. En algunas modalidades, el molde inyectable puede mecanizarse con precisión según la forma y el tamaño deseados de la carcasa 1304. En un ejemplo no taxativo, la carcasa 1304 puede incluir un cilindro hueco.

Continuando con la referencia a la Figura 13, en algunas modalidades, uno o más conductores continuos 1308a-b pueden pasar a través de la carcasa 1304, con un extremo conectado eléctricamente a al menos un electrodo 1312. Un "electrodo", tal como se utiliza en esta divulgación, es un conductor que se utiliza para hacer contacto eléctrico con un medio conductor y/o un medio que puede volverse conductor dado un diferencial de voltaje suficiente, tal como un vapor como se describió anteriormente. En modalidades, al menos un electrodo 1312 puede incluir uno o más electrodos 1312. En modalidades, uno o más electrodos 1312 pueden estar configurados para producir una descarga eléctrica en función del vapor 1232. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "descarga eléctrica" se refiere a un fenómeno en el que una corriente eléctrica fluye entre dos o más superficies conductoras (es decir, al menos un par de electrodos 1312) a través del vapor 1232, lo que provoca la ionización y la posterior liberación de energía en forma de luz, calor o sonido. En una modalidad, otro extremo del conductor continuo 1308a-b puede estar conectado a una unidad de encendido o una conexión a tierra. En algunas modalidades, se pueden utilizar uno o más aislantes 1316a-b en el punto donde el conductor continuo 1308a-b pasa a través de la carcasa 1304. Un "aislante", a los efectos de esta divulgación, es un material que no conduce fácilmente el calor, la electricidad o el sonido. En un ejemplo no taxativo, los aislantes 1316a-b pueden incluir aislantes eléctricos, en donde los aislantes eléctricos son materiales que tienen alta resistividad eléctrica. Es posible que los aislantes eléctricos no conduzcan fácilmente la corriente eléctrica, lo que impide el flujo de electricidad entre un reactor de plasma y otros componentes, lo que reduce el riesgo de cortocircuitos, descargas eléctricas, interferencias y similares. Los aislantes eléctricos ejemplares pueden incluir plásticos, cerámicas, vidrio, caucho y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 13, cada electrodo de al menos un par de

electrodos 1312 puede incluir un ángulo de inclinación 1320. En un ejemplo no taxativo, al menos un electrodo 1312 puede incluir un ángulo de inclinación 1320 de 6 grados (es decir, un ángulo entre un par de electrodos 1312 es de 12 grados). Tal como se utiliza en esta divulgación, un "ángulo de inclinación" de un electrodo se refiere a un ángulo entre el eje longitudinal del electrodo y un plano o eje de referencia dentro de un reactor de plasma. En algunos casos, el ángulo de inclinación 1320 puede afectar las características del plasma generado entre los electrodos 1312 en una región de reacción de un reactor de plasma tales como, entre otros, la distribución del campo eléctrico, la eficiencia del proceso de descarga eléctrica, la interacción con especies reactivas (por ejemplo, las ROS, las RNS y similares) dentro del plasma.

Continuando con la referencia a la Figura 13, el sistema de inyección de vapor 1200 puede conectarse a un reactor de plasma dentro de un conjunto de carcasa de reactor de plasma 1300 a través de una brida de montaje de inyector 1324. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "brida de montaje de inyector" es un componente mecánico utilizado para fijar de forma segura el sistema de inyección de vapor 1200 a la carcasa 1304 de manera confiable y a prueba de fugas. En un ejemplo no taxativo, la brida de montaje de inyector 1324 puede incluir una interfaz 1328 entre el la inyección de vapor 1200 y un reactor de plasma. En algunos casos, la salida de vapor 123 del sistema de inyección de vapor 1200 puede incluir un adaptador roscado. Tanto la salida de vapor 123 como la interfaz 1328 pueden incluir una sección roscada; por ejemplo, y entre otros, la salida de vapor 123/interfaz 1328 puede incluir una sección roscada macho/hembra, en donde las secciones roscadas macho y hembra son compatibles (es decir, coincidentes). El sistema de inyección de vapor 1200 puede roscarse, a través de la salida de vapor 1236 con un adaptador roscado, en la brida de montaje de inyector 1324 en la interfaz 1328.

Haciendo referencia ahora a la Figura 14, se ilustra una modalidad ejemplar de un aparato 1400 con un sistema de inyección de vapor 1200 montado internamente. El aparato 1400 puede incluir un sistema de inyección interno, tal como el sistema de inyección de vapor 1200, dispuesto dentro del aparato 1400. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sistema de inyección interno" es un sistema de inyección que está instalado en el interior del aparato 1400. El sistema de inyección puede ser cualquier sistema de inyección descrito en esta divulgación. En algunas modalidades, el sistema de inyección interna puede estar diseñado para suministrar vapor 1232 desde el depósito de fluido 1208 al reactor de plasma 1512.

Continuando con la referencia a la Figura 14, aparato 1400 para tratar un medio de cultivo 104 a través de una descarga eléctrica. El aparato 1400 puede incluir un medio de cultivo 1404 dentro de la cámara de tratamiento 1408. El aparato 1400 puede incluir un reactor de plasma 1412. El reactor de plasma 1412 puede incluir al

menos un par de electrodos 1416a-b. El primer electrodo 1416a puede incluir el ánodo conectado eléctricamente a una unidad de encendido y el segundo electrodo 1416b puede incluir un cátodo conectado eléctricamente a tierra 1420. El reactor de plasma 1412 puede incluir una región de reacción 1424 dispuesta entre el primer electrodo 1416a y el segundo electrodo 1416b. El aparato 1400 incluye una unidad de encendido 1428 conectada eléctricamente a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 1416a-b. El aparato 1400 puede incluir además un condensador 1432 dispuesto dentro de la región de reacción 1424 por encima de la cámara de tratamiento 1408.

Haciendo referencia ahora a la Figura 15, se muestra una modalidad ejemplar de un aparato 1500 con un sistema de inyección de vapor 1200 montado internamente. El aparato 1500 puede incluir un sistema de inyección montado externamente, tal como el sistema de inyección de vapor 1200, dispuesto externamente al aparato 1500. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sistema de inyección montado externamente" es un sistema de inyección que está instalado en un exterior del aparato 1500, en lugar de estar integrado dentro del aparato 1500 como se describió anteriormente con referencia a la Figura 14. El sistema de inyección puede ser cualquier sistema de inyección descrito en esta divulgación. El aparato 1500 puede incluir un medio de cultivo 1504 dentro de la cámara de tratamiento 1508. El aparato 1500 puede incluir un reactor de plasma 1512. El reactor de plasma 1512 puede incluir al menos un par de electrodos 1516a-b. El primer electrodo 1516a puede incluir el ánodo conectado eléctricamente a una unidad de encendido y el segundo electrodo 1516b puede incluir un cátodo conectado eléctricamente a tierra 1520. El reactor de plasma 1512 puede incluir una región de reacción 1524 dispuesta entre el primer electrodo 1516a y el segundo electrodo 1516b. El aparato 1500 incluye una unidad de encendido 1528 conectada eléctricamente a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 1516a-b. El aparato 1500 puede incluir además un condensador 1532 dispuesto dentro de la región de reacción 1524 por encima de la cámara de tratamiento 1508.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 16, se presenta un diagrama de bloques ejemplar 1600 de un compresor de cristal 1228. En esta modalidad ejemplar, el compresor de cristal 1228 incluye cristales 1604. En esta modalidad ejemplar, el compresor de cristal 1228 incluye una cámara de compresión 1608. Una "cámara de compresión", tal como se utiliza aquí, es un componente cerrado capaz de soportar altos niveles de presión. En algunas modalidades, la cámara de compresión puede recibir un fluido 1612. En una modalidad, la cámara de compresión 1608 puede estar en comunicación fluida con el acceso de fluido 1204. En una modalidad, los cristales 1604 pueden activarse mediante energía eléctrica transformada 1616. En una modalidad, el compresor de cristal 1228 puede recibir energía eléctrica transformada 1616 desde una bobina de núcleo de hierro 1224. En modalidades, el compresor de

crystal 1228 puede recibir energía eléctrica transformada 1616 directamente desde el acondicionador de voltaje 1216. En un ejemplo no taxativo, los cristales 1604 pueden ser activados por energía eléctrica transformada 1616, donde la activación hace que los cristales 1604 generen presión ultrasónica, el fluido 1612 puede entonces cambiar su estado de líquido a vapor 1232 en función de la presión generada por los cristales. En algunas modalidades, los niveles de presión generados por los cristales 1604 pueden regularse a través del controlador 1212. En algunas modalidades, el vapor 1232 puede salir de la cámara de compresión 1608 a través de la salida de vapor 1236. Será evidente para un experto en la técnica, al leer esta divulgación, que el compresor de cristal 1228 se describe como un ejemplo, y que el compresor de cristal 1228 puede incluir muchas modalidades de compresores de cristal 1228 no descritas en esta divulgación.

Continuando con la referencia a la Figura 16, en algunas modalidades, el sistema 1200 puede ser un inyector piezoeléctrico de vapor de agua. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "inyector piezoeléctrico de vapor de agua" es un tipo de inyector, tal como un sistema de inyección de vapor 1200 que utiliza tecnología piezoeléctrica para generar vapor de agua atomizando al menos un líquido (es decir, un segundo fluido) en gotas finas como se describió anteriormente. "Vapor de agua", como se describe aquí, es la fase gaseosa del agua (es decir, el segundo fluido), que se produce cuando las moléculas de agua ganan suficiente energía para liberarse del estado líquido y dispersarse en el aire circundante (es decir, el primer fluido). La "tecnología piezoeléctrica", como se describe en este documento, es una tecnología basada en un efecto piezoeléctrico: un fenómeno en el que ciertos materiales generan una carga eléctrica cuando se someten a estrés mecánico o viceversa (es decir, sufren una deformación mecánica cuando se exponen a un campo eléctrico). En algunos casos, materiales como cerámicas (por ejemplo, titanato de zirconato de plomo), cristales de cuarzo, polímeros y similares pueden exhibir dicho efecto. El compresor de cristal 1228 puede incluir un elemento piezoeléctrico; por ejemplo, y entre otros, se puede utilizar un disco o placa de cerámica para crear vibraciones mecánicas a ciertas frecuencias cuando se aplica un voltaje eléctrico mediante la fuente de alimentación 1220. La fuente de alimentación 1220 puede incluir cualquier fuente de alimentación como se describe anteriormente en esta divulgación, tal como una fuente de alimentación de CC. Las vibraciones mecánicas pueden transmitirse a una entrada de fluido desde un acceso de fluido 1204, lo que provoca que al menos un fluido se rompa en finas gotas de niebla, que luego se evaporan para formar vapor de agua.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 17, se presenta un diagrama de flujo de una modalidad ejemplar de un método 1700 para usar un sistema de inyección de vapor 1200. El método 1700, en el paso 1705, incluye recibir, por el acceso de fluido 1204, un fluido procedente del depósito de fluido 1208. En algunas modalidades, recibir el

fluido incluye el uso de al menos una bomba. En algunas modalidades, al menos una bomba conectada al acceso de fluido 1204 puede estar conectada comunicativamente al controlador 1212. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 17, el método 1700 incluye, en el paso 1710, recibir, mediante el acondicionador de voltaje 1216, energía eléctrica de la fuente de alimentación 1220. En algunas modalidades, el acondicionador de voltaje 1216 puede estar conectado comunicativamente al controlador 1212. En un ejemplo no taxativo, el controlador 1212 se puede utilizar para regular la cantidad de energía eléctrica que se recibirá de la fuente de alimentación 1220. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 17, en el paso 1715, el método 1700 incluye transformar la energía eléctrica. En modalidades, transformar la energía eléctrica puede incluir regular el voltaje de la energía eléctrica. En modalidades adicionales, regular el voltaje de la energía eléctrica puede incluir regular el voltaje a un rango entre 1210 voltios y 220 voltios. En algunas modalidades, transformar la energía eléctrica puede incluir modificar la frecuencia del voltaje. En modalidades adicionales, modificar la frecuencia puede incluir modificar la frecuencia a 20 kHz. En algunas modalidades, modificar la frecuencia puede incluir modificar la frecuencia a 30 kHz. En algunas modalidades, el controlador 1212 puede configurar el voltaje y/o la frecuencia que se va a regular o modificar. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 17, el método 1700 puede incluir transmitir la energía eléctrica transformada mediante bobina de núcleo de hierro 1224. En algunas modalidades, el método 1700 puede incluir además transmitir energía eléctrica transformada mediante la bobina de núcleo de hierro 1224 al compresor de cristal 1228. En algunas modalidades, el método 1700 puede incluir transmitir la energía eléctrica transformada directamente del acondicionador de voltaje 1216 al compresor de cristal 1228. En una modalidad, el acondicionador de voltaje 1216 incluye una bobina de núcleo de hierro 1224. En algunas modalidades, el método 1700 puede incluir transmitir la energía eléctrica transformada mediante acondicionador de voltaje 1216. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 17, en el paso 1720, el método 1700 incluye generar vapor 1232, mediante compresor de cristal 1228, en función de la energía eléctrica transformada y el fluido. En modalidades, generar vapor 1232 puede incluir además usar un controlador 1212. En algunas modalidades, la cantidad de fluido y/o energía eléctrica modificada que se utilizará puede ser establecida por el controlador 1212. En algunas modalidades, esto puede implementarse, sin

limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 17, el método 1700, en el paso 1725, incluye expulsar vapor 1232 utilizando la salida de vapor 1236. En algunas modalidades, el método 1700 puede incluir además expulsar vapor 1232, utilizando la salida de vapor 1236, a un reactor de plasma. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

En un alto nivel, los aspectos de la presente divulgación están dirigidos a un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos y un método de uso de este. En una modalidad, el sistema incluye al menos un inyector configurado para dispersar una primera mezcla de fluido y una segunda mezcla de fluido. Los aspectos de la presente divulgación se pueden utilizar para generar gotas de fluido microfinas, que pueden permitir que un segundo fluido se ionice y se transfiera a las gotas de fluido microfinas generadas. A continuación se describen modalidades ejemplares que ilustran aspectos de la presente divulgación en el contexto de varios ejemplos específicos.

Haciendo referencia ahora a la Figura 18, se ilustra una modalidad ejemplar de un sistema de inyección de presión 1800 para una pluralidad de fluidos. En una modalidad, un sistema de inyección de baja presión 1800 para una pluralidad de fluidos incluye al menos un primer acceso de fluido 1804. Al menos un primer acceso de fluido 1804 puede estar conectado comunicativamente a un primer depósito de fluido 1808. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "primer acceso de fluido", es un punto de entrada a través del cual se puede introducir el al menos un primer fluido 1812 en un sistema de inyección de presión antes de su uso en las maneras descritas en este documento. En una modalidad, al menos un primer acceso de fluido 1804 puede estar configurada para recibir un primer fluido 1812 del primer depósito de fluido 1808. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "depósito" es un sistema de almacenamiento, por ejemplo, para un fluido. En algunos casos, el primer depósito de fluido 1808 puede incluir una pluralidad de depósitos. En algunos casos, el primer depósito de fluido 1808 puede estar sellado para evitar sustancialmente fugas del primer fluido almacenado en el primer depósito de fluido. En algunos casos, el primer depósito de fluido 1808 puede estar ventilado para permitir el paso libre de algunos fluidos como, entre otros, aire, dentro y fuera del primer depósito de fluido 1808. Alternativamente, el primer depósito de fluido 1808 puede estar completamente sellado. En algunos casos, el primer depósito de fluido 1808 puede incluir un depósito de almacenamiento. En algunos casos, el primer depósito de fluido 1808 puede incluir un depósito de presión, que proporciona una diferencia de presión entre el interior y el exterior del depósito. En algunos casos, el primer depósito de fluido 1808 puede estar aislado, por ejemplo para evitar la comunicación eléctrica y/o térmica entre el interior y el exterior del depósito. Tal como se utiliza en

esta divulgación, y aún haciendo referencia a la Figura 18, un "fluido" es un material gaseoso o líquido que puede fluir, incluyendo, entre otros, agua, nitrógeno, oxígeno y/u otros gases y/o líquidos.

Continuando con la referencia a la Figura 18, el primer depósito de fluido 1808 puede proporcionar un suministro constante y controlado de un primer fluido 1812 para su uso en el sistema de inyección de presión 1800 como se describe con más detalle a continuación. En una modalidad, el primer fluido 1812 puede incluir un líquido; por ejemplo, y entre otros, al menos un fluido puede incluir agua, solventes orgánicos, soluciones de electrolitos y similares. Continuando con la referencia a la Figura 18, el primer depósito de fluido 1808 puede construirse a partir de materiales que sean compatibles con un primer fluido 1812 que se esté almacenando. por ejemplo, y entre otros, el primer depósito de fluido 1808 puede estar hecho de cualquier material tal como metales resistentes a la corrosión, plásticos y/o vidrio. En algunos casos, el primer depósito de fluido 1808 puede tener el tamaño adecuado para proporcionar un suministro adecuado del primer fluido 1812 sin recargas ni interrupciones frecuentes. El primer depósito de fluido 1808 puede incluir al menos un acceso, al menos una salida o ambos. En un ejemplo no taxativo, al menos un acceso puede usarse para llenar el primer depósito de fluido 1808 con el primer fluido 1812 y al menos una salida puede conectarse a una primera línea de fluido 1816 o a cualquier otro componente de suministro de fluido de 1800 descrito en este documento. Se puede introducir el primer fluido 1812 a través del al menos un acceso hacia el primer depósito de fluido 1808 y/o salida a través de al menos una salida hacia un sistema de inyección de presión 1800. En el caso de 1800 que tiene una pluralidad de primeros depósitos de fluido 1808, cada depósito de la pluralidad de depósitos puede incluir al menos un acceso y al menos una salida. En un ejemplo no taxativo, el primer depósito configurado para contener el primer fluido puede incluir un primer acceso y una primera salida, el segundo depósito configurado para contener el primer fluido puede incluir un segundo acceso y una segunda salida, en donde el primer acceso/la primera salida nunca puede intersectarse con el segundo acceso/la segunda salida. En dicha modalidad, es posible que el primer fluido 1812 no salga del primer depósito de fluido 1808 a través de la segunda salida hasta que el primer depósito de fluido 1808 esté vacío.

Aún con referencia a la Figura 18, la primera línea de fluido 1816 puede configurarse para proporcionar comunicación fluida entre el primer depósito de fluido 1808 y al menos un primer acceso de fluido 1804. "Comunicación fluida", a los efectos de esta divulgación, se refiere a una vía o enlace que permite la transferencia de al menos un fluido. En un ejemplo no taxativo, se puede establecer una conexión fluida entre el primer depósito de fluido 1808 y al menos un primer acceso de fluido 1804 utilizando la primera línea de fluido 1816. En una modalidad ejemplar, la primera línea de fluido 1816 puede ser múltiples componentes tales como, entre otros, tubos, tuberías,

mangueras, canales o similares para crear una vía continua para el flujo de al menos un fluido. En una modalidad, al menos un primer acceso de fluido 1804 puede estar conectada hidráulicamente al primer depósito de fluido 1808. En algunos casos, la primera línea de fluido puede incluir una primera bomba 1820. En una modalidad, la primera bomba 1820 puede estar configurada para bombear unidireccionalmente el primer fluido 1812 al sistema de inyección de presión. En algunos casos, la primera bomba 1820 puede incluir más de una bomba y/o varias válvulas. En una modalidad, el número de válvulas puede comprender al menos una válvula de retención. Tal como se utiliza en esta divulgación, "válvula de retención" es una válvula unidireccional/antirretorno que se abre con el movimiento y la presión del fluido y se cierra para evitar el reflujo del fluido y/o la presión. En una modalidad ejemplar, la válvula de retención puede ser cualquiera de las siguientes: una válvula de retención de bola, una válvula de retención de oscilación, una válvula de retención de disco basculante y similares. En algunos casos, la primera bomba 1820 y/o la primera línea de fluido 1816 pueden incluir un circuito fluido configurado para dirigir el primer fluido al sistema de inyección de presión 1800. En una modalidad, el circuito fluido puede estar conectado a un controlador 1824, tal como cualquier dispositivo informático descrito en la Figura 29, configurado para controlar el flujo del primer fluido 1812 a al menos un primer acceso de fluido 1804 y/o un sistema de inyección de baja presión 1800.

Aún haciendo referencia a la Figura 18, el controlador 1824 puede incluir cualquier dispositivo informático como se describe en esta divulgación, incluyendo, entre otros, un microcontrolador, un microprocesador, un procesador de señal digital (DSP) y/o un sistema en un chip (SoC) como se describe en esta divulgación. El dispositivo informático puede incluir, estar incluido en y/o comunicarse con un dispositivo móvil, como un teléfono móvil o un teléfono inteligente. El controlador 1824 puede incluir un único dispositivo informático que funcione independientemente, o puede incluir dos o más dispositivos informáticos que funcionen en conjunto, en paralelo, secuencialmente o de forma similar; dos o más dispositivos informáticos pueden estar incluidos juntos en un único dispositivo informático o en dos o más dispositivos informáticos. El controlador 1824 puede interactuar o comunicarse con uno o más dispositivos adicionales, como se describe a continuación con más detalle, a través de un dispositivo de interfaz de red. El dispositivo de interfaz de red se puede utilizar para conectar un controlador 1824 a una o más de una variedad de redes y a uno o más dispositivos. Los ejemplos de un dispositivo de interfaz de red incluyen, entre otros, una tarjeta de interfaz de red (por ejemplo, una tarjeta de interfaz de red móvil, una tarjeta LAN), un módem y cualquier combinación de estos. Los ejemplos de una red incluyen, entre otros, una red de área amplia (por ejemplo, Internet, una red empresarial), una red de área local (por ejemplo, una red asociada con una oficina, un edificio, un campus u otro espacio geográfico relativamente pequeño), una red

telefónica, una red de datos asociada con un proveedor de teléfono/voz (por ejemplo, una red de datos y/o voz de un proveedor de comunicaciones móviles), una conexión directa entre dos dispositivos informáticos y cualquier combinación de estos. Una red puede emplear un modo de comunicación cableado y/o inalámbrico. En general, se puede utilizar cualquier topología de red. La información (por ejemplo, datos, software, etc.) puede comunicarse hacia y/o desde una computadora y/o un dispositivo informático. El controlador 1824 puede incluir, entre otros, por ejemplo, un dispositivo informático o un grupo de dispositivos informáticos en una primera ubicación y un segundo dispositivo informático o grupo de dispositivos informáticos en una segunda ubicación. El controlador 1824 puede incluir uno o más dispositivos informáticos dedicados al almacenamiento de datos, seguridad, distribución de tráfico para equilibrar la carga y similares. El controlador 1824 puede distribuir una o más tareas informáticas como se describe a continuación entre una pluralidad de dispositivos informáticos, que pueden funcionar en paralelo, en serie, de manera redundante o de cualquier otra manera utilizada para la distribución de tareas o memoria entre dispositivos informáticos. El controlador 1824 puede implementarse utilizando una arquitectura de "nada compartido" en la que los datos se almacenan en caché en el worker; en una modalidad, esto puede permitir la escalabilidad del sistema 1800 y/o del dispositivo informático.

Continuando con la referencia a la Figura 18, el controlador 1824 puede diseñarse y/o configurarse para realizar cualquier método, paso de método o secuencia de pasos de método en cualquier modalidad descrita en esta divulgación, en cualquier orden y con cualquier grado de repetición. Por ejemplo, un controlador 1824 puede configurarse para realizar un solo paso o secuencia repetidamente hasta que se logre un resultado deseado u ordenado; la repetición de un paso o una secuencia de pasos puede realizarse de manera iterativa y/o recursiva utilizando salidas de repeticiones anteriores como entradas para repeticiones posteriores, agregando entradas y/o salidas de repeticiones para producir un resultado agregado, reducción o disminución de una o más variables tales como variables globales, y/o división de una tarea de procesamiento más grande en un conjunto de tareas de procesamiento más pequeñas abordadas iterativamente. El controlador 1824 puede realizar cualquier paso o secuencia de pasos como se describe en esta divulgación en paralelo, como realizar de manera simultánea y/o sustancialmente simultánea un paso dos o más veces utilizando dos o más subprocesos paralelos, núcleos de procesador o similares; la división de tareas entre subprocesos y/o procesos paralelos se puede realizar de acuerdo con cualquier protocolo adecuado para la división de tareas entre iteraciones. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varias formas en las que los pasos, las secuencias de pasos, las tareas de procesamiento y/o los datos pueden subdividirse, compartirse o tratarse de otro modo mediante iteración, recursión y/o procesamiento

paralelo.

Continuando con la referencia a la Figura 18, el controlador 1824 puede estar en comunicación con la primera bomba 1820. Por ejemplo, en algunos casos, el controlador 1824 puede enviar comandos de bomba a al menos una primera bomba 1820, por ejemplo mediante señales de comando de bomba. "Señal de comando de bomba", tal como se utiliza en esta divulgación, es una señal que representa un comando de bomba. "Comando de bomba", tal como se utiliza en esta divulgación, es una comunicación destinada a cualquier bomba descrita en este documento. En algunos casos, el comando de bomba se puede utilizar para afectar el rendimiento de la primera bomba 1820. En algunos casos, el controlador 1824 puede recibir datos de bomba desde una primera bomba 1820, por ejemplo mediante señales de datos de bomba. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "señal de datos de bomba", es una señal que representa datos de bomba. Tal como se utiliza en esta divulgación, "datos de bomba" es información asociada con cualquier bomba descrita en este documento. En algunos casos, los datos de bomba pueden representar el rendimiento y/o el funcionamiento de una primera bomba 1820.

Con referencia adicional a la Figura 18, el sistema de inyección de presión 1800 para una pluralidad de fluidos incluye al menos un segundo acceso de fluido 1828. El al menos un segundo acceso de fluido 1828 puede estar conectado comunicativamente a un segundo depósito de fluido 1832. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "segundo acceso de fluido", es un punto de entrada a través del cual se puede introducir el al menos un segundo fluido 1836 en un sistema de inyección de presión antes de su uso en las maneras descritas en este documento. En una modalidad, al menos un segundo acceso de fluido 1828 puede estar configurada para recibir un segundo fluido 1836 del segundo depósito de fluido 1832. El segundo depósito de fluido 1832 puede ser cualquier depósito descrito en este documento. En algunos casos, el segundo depósito de fluido 1832 puede incluir una pluralidad de depósitos. Por ejemplo, el segundo depósito de fluido 1832 puede estar sellado para evitar sustancialmente fugas del segundo fluido almacenado en el segundo depósito de fluido. En algunos casos, el segundo depósito de fluido 1832 puede estar ventilado para permitir el paso libre de algunos fluidos como, entre otros, aire, dentro y fuera del segundo depósito de fluido 1832. Alternativamente, el segundo depósito de fluido 1832 puede estar completamente sellado. En algunos casos, el segundo depósito de fluido 1832 puede incluir un depósito de almacenamiento. En algunos casos, el segundo depósito de fluido 1832 puede incluir un depósito de presión, que proporciona una diferencia de presión entre el interior y el exterior del depósito. En algunos casos, el segundo depósito de fluido 1832 puede estar aislado, por ejemplo para evitar la comunicación eléctrica y/o térmica entre el interior y el exterior del depósito.

Continuando con la referencia a la Figura 18, el segundo depósito de fluido 1832 puede proporcionar un suministro constante y controlado de un segundo fluido 1836 para su uso en el sistema de inyección de presión 1800 como se describe con más detalle a continuación. En una modalidad, un segundo fluido 1836 puede incluir un gas; por ejemplo, y entre otros, el segundo fluido 1836 puede incluir gas oxígeno, gas nitrógeno y similares. Continuando con la referencia a la Figura 18, el segundo depósito de fluido 1832 puede construirse a partir de materiales que sean compatibles con un segundo fluido 1836 que se esté almacenando. por ejemplo, y entre otros, el segundo depósito de fluido 1832 puede estar hecho de cualquier material tal como metales resistentes a la corrosión, plásticos y/o vidrio. En algunos casos, el segundo depósito de fluido 1832 puede tener el tamaño adecuado para proporcionar un suministro adecuado del segundo fluido 1836 sin recargas ni interrupciones frecuentes. El segundo depósito de fluido 1832 puede incluir al menos un acceso, al menos una salida o ambos. En un ejemplo no taxativo, al menos un acceso puede usarse para llenar el segundo depósito de fluido 1832 con el segundo fluido 1836 y al menos una salida puede conectarse a una segunda línea de fluido 1840 o a cualquier otro componente de suministro de fluido de 1800 descrito en este documento. Se puede introducir el segundo fluido 1836 a través del al menos un acceso hacia el segundo depósito de fluido 1832 y/o salida a través de al menos una salida hacia un sistema de inyección de presión 1800. En el caso de 1800 que tiene una pluralidad de segundos depósitos de fluido 1832, cada depósito de la pluralidad de depósitos puede incluir al menos un acceso y al menos una salida. En un ejemplo no taxativo, el primer depósito configurado para contener el segundo fluido puede incluir un primer acceso y una primera salida, el segundo depósito configurado para contener el segundo fluido puede incluir un segundo acceso y una segunda salida, en donde el primer acceso/la primera salida nunca puede intersectarse con el segundo acceso/la segunda salida. En dicha modalidad, es posible que el segundo fluido 1836 no salga del segundo depósito de fluido 1832 a través de la segunda salida hasta que el segundo depósito de fluido 1832 esté vacío. Además, en una modalidad ejemplar, el sistema de inyección de presión 1800 incluye un primer depósito de fluido 1808 configurado para contener el primer fluido puede incluir un primer acceso y una primera salida, un segundo depósito de fluido 1832 configurado para contener el segundo fluido puede incluir un segundo acceso y una segunda salida, en donde el primer acceso/la primera salida nunca puede intersectarse con el segundo acceso/la segunda salida. En dicha modalidad, es posible que el primer fluido y el segundo fluido no entren en contacto antes de expulsarse al sistema de inyección de presión 1800.

Aún con referencia a la Figura 18, la segunda línea de fluido 1840 puede configurarse para proporcionar comunicación fluida entre el segundo depósito de fluido 1832 y al menos un segundo acceso de fluido 1828. "Comunicación fluida", a

los efectos de esta divulgación, se refiere a una vía o enlace que permite la transferencia de al menos un fluido. En un ejemplo no taxativo, se puede establecer una conexión fluida entre el segundo depósito de fluido 1832 y al menos un segundo acceso de fluido 1828 utilizando la segunda línea de fluido 1840. En una modalidad ejemplar, la segunda línea de fluido 1840 puede ser múltiples componentes tales como, entre otros, tubos, tuberías, mangueras, canales o similares para crear una vía continua para el flujo de al menos un fluido. En una modalidad, el al menos un segundo acceso de fluido 1828 puede estar conectado neumáticamente al segundo depósito de fluido 1832. En algunos casos, la segunda línea de fluido 1840 puede incluir una segunda bomba 1844. En una modalidad, la segunda bomba 1844 puede estar configurada para bombear unidireccionalmente el segundo fluido 1836 al sistema de inyección de presión 1800. En algunos casos, la segunda bomba 1844 puede incluir más de una bomba y/o varias segundas válvulas. En una modalidad, el número de segundas válvulas puede comprender al menos una segunda válvula de retención. La segunda válvula de retención puede ser cualquier válvula de retención descrita aquí. En algunos casos, la segunda bomba 1844 y/o la segunda línea de fluido 1840 pueden incluir un circuito fluido configurado para dirigir el primer fluido al sistema de inyección de presión 1800. En una modalidad, el circuito fluido puede estar conectado al controlador 1824, tal como cualquier dispositivo informático descrito en la Figura 6 y en el presente documento, configurado para controlar el flujo del segundo fluido 1836 a al menos un segundo acceso de fluido 1828 y el sistema de inyección de presión 1800.

Continuando con la referencia a la Figura 18, el controlador 1824 puede estar en comunicación con la segunda bomba 1844. Por ejemplo, en algunos casos, el controlador 1824 puede enviar comandos de bomba a la segunda bomba 1844, por ejemplo mediante señales de comando de bomba. Las señales de comando de bomba pueden ser cualquier señal de comando de bomba descrita aquí. El comando de bomba puede ser cualquier comando de bomba descrito aquí. En algunos casos, el comando de bomba se puede utilizar para afectar el rendimiento de la segunda bomba 1844. En algunos casos, el controlador 1824 puede recibir datos de bomba desde una segunda bomba 1844, por ejemplo mediante señales de datos de bomba. La señal de datos de bomba y los datos de bomba pueden ser cualquier dato de la bomba descrito aquí. En algunos casos, los datos de bomba pueden representar el rendimiento y/o el funcionamiento de una segunda bomba 1844.

Aún haciendo referencia a la Figura 18, el sistema 1800 incluye un compresor de baja presión 1848 configurado para proporcionar presión al segundo fluido recibido desde el segundo depósito de fluido. El compresor de baja presión 1848 puede incluir un dispositivo de compresión neumática. En algunas modalidades, el compresor de presión 1848 puede incluir un compresor hidráulico, de aire u otro. Además, el compresor de presión 1848 puede ser un compresor de pistón, un

compresor de diafragma, un compresor de tornillo helicoidal, un compresor de paletas deslizantes, un compresor de desplazamiento, un compresor de lóbulos rotativos, un compresor centrífugo y similares. El compresor de presión 1848 puede estar configurado para aplicar una presión al sistema 1800, al segundo fluido 1836 y/o al menos a un inyector 1856. En algunas modalidades, el compresor de presión 1848 puede estar configurado para aplicar una presión entre aproximadamente 2 bar y aproximadamente 7 bar. En algunas modalidades, el compresor de presión 1848 puede estar automatizado. El compresor de presión 1848 puede estar automatizado para aplicar presión a 18 durante un período de tiempo establecido. En algunas modalidades, el compresor de presión 1848 puede estar configurado para aplicar lentamente una presión creciente al sistema 1800. En otras modalidades, el compresor de presión 1848 puede estar automatizado para aplicar una presión constante al sistema 1800. Como ejemplo no taxativo, el compresor de presión 1848 puede ser accionado por energía eléctrica de corriente continua (CC). Tal como se utiliza en esta divulgación, "corriente continua" es un flujo unidireccional de corriente. En algunas modalidades, el compresor de presión 1848 puede ser impulsado por energía eléctrica que tiene niveles de voltaje variables o reversibles, como energía de corriente alterna (CA) producida por un generador y/o inversor de corriente alterna, o energía de otro modo variable, como la producida por una fuente de alimentación conmutada. En algunas modalidades, el sistema 1800 puede incluir un compresor de alta presión configurado para proporcionar presión al segundo fluido recibido del segundo depósito de fluido. El compresor de alta presión puede incluir un compresor de tornillo rotativo, un compresor de aire alternativo, un compresor dinámico como un compresor centrífugo y similares. Por ejemplo, un compresor de aire dinámico puede generar caballos de fuerza introduciendo aire con aspas que giran rápidamente y restringiéndolo para crear presión; la energía cinética luego se almacena como estática dentro del compresor. La alta presión puede incluir compresión a más de 150 libras PSI y también puede variar de 1000 a 6000 PSI. En algunas modalidades, el compresor de alta presión puede automatizarse. Como ejemplo no taxativo, el compresor de alta presión puede ser accionado por energía eléctrica de corriente continua (CC). Tal como se utiliza en esta divulgación, "corriente continua" es un flujo unidireccional de corriente. En algunas modalidades, el compresor de alta presión puede ser impulsado por energía eléctrica que tiene niveles de voltaje variables o reversibles, como energía de corriente alterna (CA) producida por un generador y/o inversor de corriente alterna, o energía de otro modo variable, como la producida por una fuente de alimentación conmutada.

Continuando con la referencia a la Figura 18, el controlador 1824 puede estar en comunicación con el compresor de presión 1848. Por ejemplo, en algunos casos, el controlador 1824 puede enviar comandos de compresor al compresor de presión 1848, por ejemplo mediante señales de comando de compresor. "Señal de comando

de compresor", tal como se utiliza en esta divulgación, es una señal que representa un comando de compresor. "Comando de compresor", tal como se utiliza en esta divulgación, es una comunicación destinada a cualquier compresor descrito en este documento. En algunos casos, el comando de compresor se puede utilizar para afectar el rendimiento del compresor de presión 1848. En algunos casos, el controlador 1824 puede recibir datos de compresor desde el compresor de presión 1848, por ejemplo mediante señales de datos de compresor. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "señal de datos de compresor", es una señal que representa datos de compresor. Tal como se utiliza en esta divulgación, "datos de compresor" es información asociada con cualquier compresor descrita en este documento. En algunos casos, los datos de bomba pueden representar el rendimiento y/o el funcionamiento del compresor de presión 1848.

Con referencia adicional a la Figura 18, el sistema 1800 puede incluir un depósito combinado 1852. El depósito combinado 1852 puede configurarse para recibir el primer fluido 1812 desde al menos un primer acceso de fluido 1804 y el segundo fluido 1836 desde al menos un segundo acceso de fluido 1828. Al menos un primer acceso de fluido 1804 y al menos un segundo acceso de fluido 1828 puede usarse para rellenar el depósito combinado 1852 con el primer fluido 1812 y el segundo fluido 1836, respectivamente. Además, el depósito combinado 1852 puede configurarse para combinar el primer fluido 1812 y el segundo fluido 1836 en una combinación del primer fluido 1812 y el segundo fluido 1836. En una modalidad, la combinación del primer fluido 1812 y el segundo fluido 1836 puede incluir la producción de gotas del primer fluido 1812. Tal como se utiliza en esta divulgación, el término "gotas" se refiere a partículas líquidas pequeñas y de forma esférica. En un ejemplo no taxativo, el depósito combinado 1852 puede producir gotas a través de diferentes mecanismos, tales como, entre otros, atomización impulsada por presión, atomización ultrasónica, atomización electrostática y similares. El depósito combinado 1852 puede construirse a partir de materiales que sean compatibles con el primer fluido 1812 y el segundo fluido 1836 que se van a combinar. por ejemplo, y entre otros, el primer depósito de fluido 1808 puede estar hecho de cualquier material tal como metales resistentes a la corrosión, plásticos y/o vidrio.

Continuando con la referencia a la Figura 18, el sistema 1800 incluye al menos un inyector 1856 configurado para dispersar una combinación del primer fluido y el segundo fluido. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "inyector" es un componente diseñado para dispensar al menos un fluido para al menos una de una pluralidad de aplicaciones. En un ejemplo no taxativo, el sistema 1800 y al menos un inyector 1856 pueden configurarse para su uso en aplicaciones industriales, aplicaciones agrícolas y similares. Por ejemplo, el sistema 1800 y al menos un inyector 1856 pueden configurarse para uso asociado con pintura o recubrimiento de superficies de diversos artículos, alimentación de aceite usado en un horno para

calentamiento o en un reactor de plasma, control de humedad de invernadero, control de olores e ingeniería química, y similares. Un experto en la técnica reconocerá las diversas aplicaciones para las que puede configurarse el sistema 1800 y al menos un inyector 1856.

Con referencia adicional a la Figura 18, al menos un inyector 1856 puede incluir al menos un primer acceso de inyector de fluido 1860. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "primer acceso de inyector de fluido", es un punto de entrada a través del cual se puede introducir adicionalmente al menos un primer fluido en al menos un inyector 1856 antes de su expulsión mediante al menos un inyector 1856 en las maneras descritas en este documento. En un ejemplo no taxativo, al menos un primer acceso de inyector de fluido 1860 puede estar conectado con la salida de al menos un primer depósito 1808 como se describió anteriormente. En algunos casos, al menos un primer acceso de inyector de fluido 1860 puede estar diseñada para proporcionar una conexión segura y sin fugas con el al menos un primer depósito 1808; por ejemplo, y entre otros, al menos un primer acceso de inyector de fluido 1860 puede estar sellado utilizando uno o más elementos de sellado tales como juntas tóricas, juntas, selladores de roscas y similares para asegurar un sellado hermético y/o evitar fugas o contaminación.

Aún haciendo referencia a la Figura 18, al menos un inyector 1856 puede incluir al menos un segundo acceso de inyector de fluido 1864. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "segundo acceso de inyector de fluido", es un punto de entrada a través del cual se puede introducir adicionalmente al menos un segundo fluido en al menos un inyector 1856 antes de su expulsión mediante al menos un inyector 1856 en las maneras descritas en este documento. En un ejemplo no taxativo, al menos un segundo acceso de inyector de fluido 1864 puede estar conectado con la salida de al menos un segundo depósito 1832 como se describió anteriormente. En algunos casos, al menos un segundo acceso de inyector de fluido 1864 puede estar diseñada para proporcionar una conexión segura y sin fugas con el al menos un primer depósito 1808; por ejemplo, y entre otros, al menos un segundo acceso de inyector de fluido 1864 puede estar sellado utilizando uno o más elementos de sellado tales como juntas tóricas, juntas, selladores de roscas y similares para asegurar un sellado hermético y/o evitar fugas o contaminación.

Continuando con la referencia a la Figura 18, al menos un inyector 1856 puede incluir al menos una salida de fluido 1868. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "salida de fluido" es un punto de salida a través del cual se emite al menos un fluido de al menos un inyector 1856. En algunos casos, al menos una salida de fluido 1868 puede estar configurada para permitir que al menos un fluido se libere en una ubicación prevista externa al sistema de inyección de baja presión 1800. por ejemplo, y entre otros, al menos una salida de fluido 188 puede colocarse adyacente a una

superficie para pintar y/o recubrir la superficie. En algunos casos, al menos una salida de fluido 1868 puede configurarse para dispersar el fluido en un patrón y dispersión de flujo óptimos del al menos un fluido. Adicional o alternativamente, al menos un inyector 1856 y/o al menos una salida de fluido 188 pueden estar configurados para dispersar el primer fluido de la combinación en uno de una pluralidad de primeros volúmenes de pulverización de fluido. En tal modalidad, la pluralidad de primeros volúmenes de pulverización de fluido pueden incluir de 4 a 25 litros por minuto. Adicional o alternativamente, al menos un inyector 1856 y/o al menos una salida de fluido 188 pueden estar configurados para dispersar el segundo fluido de la combinación en uno de una pluralidad de segundos volúmenes de pulverización de fluido. En tal modalidad, la pluralidad de segundos volúmenes de pulverización de fluido pueden comprender volúmenes de flujo de 4 a 25 litros por minuto. Además, adicional o alternativamente, al menos un inyector 1856 y/o al menos una salida de fluido 1868 pueden estar configurados para dispersar la combinación en uno de una pluralidad de patrones de pulverización, descritos con más detalle en la Figura 19. En tal modalidad, la pluralidad de patrones de pulverización comprende una forma de cono ancho, una forma de cono estrecho y similares. En un ejemplo no taxativo, al menos una salida de fluido 188 puede incluir una boquilla (es decir, una abertura con forma especial) diseñada para crear una corriente dirigida y de alta velocidad de al menos un fluido, lo que puede mejorar la mezcla y la dispersión en la región de reacción. Dicha boquilla puede incluir, entre otros, una boquilla giratoria, una boquilla de pulverización en abanico, una boquilla de chorro de impacto, una boquilla de múltiples orificios, una boquilla atomizadora y similares. Por ejemplo, una boquilla puede incluir un orificio que se abre hacia una cámara donde se alimenta bajo presión el líquido que se va a pulverizar. Luego, se puede producir una pulverización a través del orificio con un patrón de pulverización, un caudal y un ángulo de pulverización que dependen del perfil del borde del orificio y del diseño de la cámara de presión interior. Además, hay varios patrones de pulverización que pueden producirse mediante la boquilla, como un patrón de abanico plano, un patrón de cono hueco, un patrón de cono lleno, un patrón de chorro sólido, un patrón de neblina/niebla y similares. Por ejemplo, en el patrón de pulverización de abanico plano, el líquido adquiere la forma de una lámina de fluido con forma de abanico. Este puede estar compuesto de gotas o de una lámina de agua como una cascada. Los abanicos planos pueden tener un ángulo de pulverización de entre 15 y 145 grados dependiendo del diseño de la boquilla. Los ventiladores pueden formarse mediante un orificio con forma simple o desviando un rocío sobre una superficie de deflexión con forma. A modo de ejemplo adicional, en el patrón de cono lleno, el líquido se divide en gotas que se concentran más o menos uniformemente en el cono de pulverización producido. Nuevamente, este cono puede variar de 30 a 170 grados dependiendo del diseño de la boquilla. Los conos llenos se pueden formar mediante boquillas de remolino axiales y tangenciales, así como

mediante boquillas espirales. Por ejemplo, un patrón de flujo sólido puede incluir un chorro simple de fluido enfocado que no tiene gotas verdaderas. Se puede formar un chorro sólido forzando el fluido a pasar a través de un orificio moldeado que enfoca la pulverización en un chorro. A modo de otro ejemplo, el patrón de neblina/niebla produce una niebla o neblina homogénea con poco o ningún impacto. El patrón puede comenzar como un cono lleno o hueco, pero a una distancia muy corta del orificio de la boquilla, el patrón perderá coherencia y formará una niebla o neblina. Muchas boquillas de cono hueco y lleno pueden eventualmente formar una niebla si se rocían a presiones suficientes.

Adicional o alternativamente, y aún haciendo referencia a la Figura 18, al menos un inyector 1856 puede incluir una o más válvulas configuradas para supervisar, controlar o regular de otra manera el flujo de al menos un fluido. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "válvula" es un componente que controla la comunicación fluida entre dos o más componentes (por ejemplo, entre el depósito combinado 1852 y al menos un inyector 1856). Las válvulas no taxativas ejemplares incluyen válvulas direccionales, válvulas de control, válvulas selectoras, válvulas multipuerto, válvulas de retención, válvulas de control de flujo operadas por piloto, válvulas de control de flujo proporcional, válvula de control de flujo restrictora, válvula de control de flujo de carrete y similares. Por ejemplo, una válvula piloto controla la posición del orificio o carrete permitiendo que la válvula mantenga un caudal constante a pesar de cualquier cambio en la presión del sistema. Esta válvula puede ser controlada por una señal de presión del sistema, lo que garantiza que la válvula responda rápidamente a cualquier alteración en las condiciones de funcionamiento. A modo de ejemplo adicional, un valor de control de flujo proporcional puede incluir un orificio variable que regula el caudal del fluido hidráulico. Una señal eléctrica controla el tamaño del orificio, lo que permite que la válvula mantenga un caudal preciso. Las válvulas pueden incluir también cualquier construcción de válvula adecuada, incluidas válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de aguja, válvulas de globo, válvulas de compuerta, válvulas de mariposa de eje centrado tipo wafer, válvulas reguladoras y similares. Las válvulas pueden incluirse en un colector de circuito hidráulico o neumático, permitiendo, por ejemplo, múltiples puertos y rutas de flujo. Por ejemplo, las válvulas de control de flujo pueden controlar la velocidad volumétrica del fluido que fluye a través de ellas. Generalmente, cambiando el tamaño del orificio se puede establecer y ajustar el caudal. Por ejemplo, una aguja ahusada que entra y sale de un orificio o que abre y cierra el espacio dentro de una válvula de bola puede cambiar esta velocidad. Dependiendo del parámetro de una válvula, el caudal puede aumentar cuando la válvula se abre al cien por ciento de su recorrido y una válvula casi completamente abierta permite aumentar el caudal, por lo tanto, una mayor producción y eliminar un cuello de botella o un aprieto. Las válvulas pueden accionarse mediante cualquier método conocido, como por ejemplo,

entre otros, mediante energía hidráulica, neumática, mecánica o eléctrica. Por ejemplo, en algunos casos, una válvula puede ser accionada por un solenoide energizado o un motor eléctrico. Por ejemplo, las válvulas de control de flujo compensadas por presión son componentes hidráulicos que regulan un caudal de volumen de fluido constante en un sistema hidráulico a pesar de las variaciones en la presión del sistema. Estas válvulas son útiles cuando puede ser necesario mantener una velocidad constante en un cilindro hidráulico, independientemente del estrés al que esté sometido el cilindro. Dado que la velocidad es directamente proporcional al caudal hidráulico, la velocidad de un cilindro hidráulico depende de la cantidad de fluido que fluye a través de él. Los actuadores de válvulas y, por lo tanto, las válvulas en sí, pueden controlarse mediante un dispositivo informático como se describe con más detalle a continuación. 1824 puede estar en comunicación con la válvula, por ejemplo, mediante uno o más de los siguientes: comunicación eléctrica, comunicación hidráulica, comunicación neumática, comunicación mecánica y similares. Además, el inyector 18 y sus elementos se explicarán con mayor detalle más adelante en esta divulgación.

Con referencia adicional a la Figura 18, adicional o alternativamente, al menos un inyector 1856 puede descomponer el primer fluido en pequeñas gotas que luego pueden dispersarse y mezclarse con el segundo fluido. Además, al menos un inyector 1856 puede estar configurado para ajustar el tamaño de gota del primer fluido 1812 del depósito combinado 1852. Por ejemplo, cuanto menor sea el tamaño de la gota, mayor será el área superficial de la pulverización para cualquier volumen dado de fluido y varios factores afectan el tamaño de la gota, como la presión, el tipo de patrón de pulverización, el ángulo de pulverización, el tipo de boquilla, la gravedad específica del fluido, la viscosidad y el voltaje superficial, entre otros. Por ejemplo, en relación con una boquilla, cuanto mayor sea la presión del fluido, menor será el tamaño de la gota. Para cualquier boquilla hidráulica dada, la relación entre la presión y el tamaño medio de las gotas se puede expresar como:

$$\frac{D1}{D2} = \left(\frac{P1}{P2} \right)^{-0,3}$$

Donde D es el tamaño medio de gota a presión 1 (P1) y presión 2 (P2); en otras modalidades, un exponente diferente puede describir la relación. Esto proporciona una relación aproximada para comparar los tamaños de gotas para cualquier boquilla determinada. A modo de ejemplo adicional, una pulverización de chorro sólido puede no tener gotas en absoluto, los patrones de abanico plano pueden formar láminas de líquido sin mucha atomización o pueden producir pulverizaciones atomizadas de forma gruesa y las boquillas de cono lleno producirán el siguiente nivel de atomización y las boquillas de cono hueco producirán las gotas más pequeñas, todo lo cual se describe con más detalle anteriormente. A modo de ejemplo adicional para

cualquier caudal dado, cuanto más amplio sea el ángulo de pulverización, menor será el tamaño de las gotas, ya que las pulverizaciones con ángulos más grandes pueden tener más espacio para distribuir las gotas y, por lo tanto, puede haber menos posibilidades de recombinación y una mayor oportunidad de atomizar. Además, el diseño de la boquilla de pulverización puede afectar el tipo de patrón de pulverización (por ejemplo, abanico plano, cono hueco) y esto puede afectar el tamaño de las gotas, como se mencionó anteriormente, pero incluso permaneciendo dentro de un tipo de patrón puede haber una variación en los niveles de atomización. Por ejemplo, una boquilla de diseño en espiral puede producir un patrón de cono completo que, para una presión, un caudal y un ángulo de pulverización determinados, puede producir gotas más pequeñas que una boquilla de remolino axial. En una modalidad ejemplar, al menos un inyector 1856 puede estar configurado para reducir el tamaño de las gotas del primer fluido 1812 formado en el depósito combinado a un rango de aproximadamente 5 micrones a aproximadamente 50 micrones. En tal modalidad, el segundo fluido puede ionizarse como resultado de los pequeños tamaños de las gotas del primer fluido. Además, el segundo fluido ionizado puede transferirse fácilmente a las gotas del primer fluido. En algunos casos, las gotas pueden transportar reactivos a una región de reacción de un reactor de plasma, descrito en más detalle a continuación. En algunos casos, las gotas pueden mejorar la mezcla y la interacción entre diferentes fluidos dentro de un reactor de plasma, mejorando así la eficiencia y/o uniformidad de un proceso de tratamiento.

Continuando con la referencia a la Figura 18, al menos un inyector 1856 puede comprender una perilla de ajuste de flujo 1872. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "perilla de ajuste de flujo" es un componente que permite el control y la regulación precisos del caudal de fluido a través de al menos un inyector 1856. En algunos casos, la perilla de ajuste de flujo 1872 puede incluir una válvula de control de flujo manual que se puede ajustar a mano para regular el caudal de fluido a través de al menos un inyector 1856; la válvula de control de flujo puede incluir cualquier tipo adecuado de válvula de control de flujo, incluyendo, entre otros, una válvula de bola, una válvula de aguja, una válvula de mariposa o similar. En un ejemplo no taxativo, la perilla de ajuste de flujo 1872 está configurada de tal forma que al girar una perilla, se puede abrir y/o cerrar la apertura de la válvula o la apertura de al menos una salida de fluido 1868, permitiendo que más o menos fluido pase a través de al menos un inyector 1856. Adicional o alternativamente, la perilla de ajuste de flujo 1872 puede incluir una relación de reducción en 10 veces. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "relación de reducción" es una medida de la versatilidad y flexibilidad del flujo a través de al menos un inyector 1856 controlado por la perilla de ajuste de flujo 1872. Por ejemplo, la relación de reducción puede referirse además al ancho del rango de funcionamiento de un dispositivo y se define como la relación

entre la capacidad máxima y la capacidad mínima. Por ejemplo, un dispositivo con una salida máxima de 10 unidades y una salida mínima de 2 unidades puede tener una relación de reducción de 5. En la medición de flujo, la relación de reducción indica el rango de flujo que un medidor de flujo puede medir con una precisión aceptable. La perilla de ajuste de flujo 1872 puede estar conectada a una válvula de ajuste de flujo. Por ejemplo, una válvula de control típica con una característica de flujo de porcentaje igual puede tener una relación de reducción de 30:1, sin embargo, cuando la válvula es sobredimensionada y se estrangula en el extremo inferior, su relación de reducción puede caer a 3:1 o menos. En una modalidad, una perilla de ajuste de flujo 1872 puede controlar el caudal de fluido en un rango de diez veces el caudal mínimo. Por ejemplo, si el caudal mínimo de la perilla de ajuste de flujo 1872 es 1,75 litros por minuto (GPM), una relación de reducción de 10 veces puede indicar que la perilla de ajuste de flujo 1872 puede regular eficazmente los caudales a través de al menos un inyector 1856 desde 1,75 litros por minuto hasta 17,5 litros por minuto. En una modalidad ejemplar, la perilla de ajuste de flujo 1872 está configurada para modificar el caudal de fluido hasta 10 litros por minuto.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 19, se muestra una modalidad ejemplar del inyector 1856. Tal como se describe anteriormente, un "inyector" es un componente diseñado para dispensar al menos un fluido para al menos una de una pluralidad de aplicaciones. En un ejemplo no taxativo, el inyector 1856 pueden configurarse para su uso en aplicaciones industriales, aplicaciones agrícolas y similares. Por ejemplo, el inyector 1856 puede configurarse para uso asociado con pintura o recubrimiento de superficies de diversos artículos, alimentación de aceite usado en un horno para calentamiento o en un reactor de plasma, control de humedad de invernadero, control de olores e ingeniería química, y similares. En una modalidad no taxativa, la pluralidad de patrones de pulverización comprende una forma de cono ancho, una forma de cono estrecho y similares. En tal modalidad, al menos una salida de fluido 1868 de al menos un inyector 1856 puede emitir una combinación 1904 de un primer fluido y un segundo fluido en un cono de pulverización 1908 con cualquier ángulo de entre aproximadamente 12 grados y aproximadamente 15 grados. El primer fluido puede ser consistente con cualquier primer fluido como se analiza aquí. El segundo fluido puede ser consistente con cualquier segundo fluido como se analiza aquí.

Con referencia ahora a la Figura 20, se ilustra una modalidad ejemplar de un aparato 2000 para tratar un medio de cultivo 2004 mediante una descarga eléctrica. El aparato 2000 puede incluir una carcasa 2060 configurada para alojar varios componentes internos como se describe aquí. El aparato 2000 puede incluir un sistema de inyección interno, tal como el sistema de inyección de baja presión 1800, dispuesto dentro del aparato 2000. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sistema de inyección interno" es un sistema de inyección que está instalado en el interior del aparato 2000. El sistema de inyección puede ser cualquier sistema de

inyección descrito en esta divulgación. En algunas modalidades, el sistema de inyección externa puede estar diseñado para suministrar al menos un fluido desde el primer depósito de fluido 1808 y el segundo depósito 1832 al reactor de plasma 2012.

Continuando con la referencia a la Figura 20, un aparato 2000 para tratar un medio de cultivo 2004 a través de una descarga eléctrica. El aparato 2000 puede incluir un medio de cultivo 2004 dentro de la cámara de tratamiento 2008. El aparato 2000 puede incluir un reactor de plasma 2012. El reactor de plasma 2012 puede incluir al menos un par de electrodos 2016a-b. El primer electrodo 2016a puede incluir el ánodo conectado eléctricamente a una unidad de encendido y el segundo electrodo 2016b puede incluir un cátodo conectado eléctricamente a tierra 2020. El reactor de plasma 2012 puede incluir una región de reacción 2024 dispuesta entre el primer electrodo 2016a y el segundo electrodo 2016b. El aparato 2000 incluye una unidad de encendido 2028 conectada eléctricamente a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 2016a-b. El aparato 2000 puede incluir además un condensador 2032 dispuesto dentro de la región de reacción 2024 por encima de la cámara de tratamiento 2008.

Con referencia ahora a la Figura 21, se ilustra una modalidad ejemplar de un aparato 2100 para tratar un medio de cultivo 2004 mediante una descarga eléctrica. El aparato 2100 puede incluir un sistema de inyección montado externamente, tal como el sistema de inyección de baja presión 1800, dispuesto externamente al aparato 2100. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sistema de inyección montado externamente" es un sistema de inyección que está instalado en un exterior del aparato 2100, en lugar de estar integrado dentro del aparato 2100 como se describió anteriormente con referencia a la Figura 20. El sistema de inyección puede ser cualquier sistema de inyección descrito en esta divulgación. El aparato 2100 puede incluir un medio de cultivo 2104 dentro de la cámara de tratamiento 2108. El aparato 2100 puede incluir un reactor de plasma 2112. El reactor de plasma 2112 puede incluir al menos un par de electrodos 2116a-b. El primer electrodo 2116a puede incluir el ánodo conectado eléctricamente a una unidad de encendido y el segundo electrodo 2116b puede incluir un cátodo conectado eléctricamente a tierra 2120. El reactor de plasma 2112 puede incluir una región de reacción 2124 dispuesta entre el primer electrodo 2116a y el segundo electrodo 2116b. El aparato 2100 incluye una unidad de encendido 2128 conectada eléctricamente a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos 2116a-b. El aparato 2100 puede incluir además un condensador 2132 dispuesto dentro de la región de reacción 2124 por encima de la cámara de tratamiento 2008.

Ahora, con referencia a la Figura 21, se ilustra una modalidad ejemplar del aparato 2100 para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica. En algunas

modalidades, el sistema de inyección externa puede estar diseñado para suministrar al menos un fluido desde el primer depósito de fluido 1808 y el segundo depósito 1832 al reactor de plasma 2112 desde una ubicación externa a través de un tubo 2136. En un ejemplo no taxativo, el sistema de inyección externo puede estar fijado mecánicamente al exterior de una carcasa. En algunos casos, el sistema de inyección externo se puede fijar al exterior de la carcasa mediante fijación con tornillos o pernos, fijación con abrazadera o clip, conexiones deslizantes o de ajuste a presión y/o similares.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 22, se ilustra un diagrama de flujo de una modalidad ejemplar de un método 2200 para usar un sistema de inyección de baja presión para una pluralidad de fluidos. El método 600 incluye un paso 2205 de recepción, por al menos un primer acceso de fluido, un primer fluido procedente de un primer depósito de fluido que comprende el primer fluido. En algunas modalidades, al menos un primer acceso de fluido puede estar conectada hidráulicamente al primer depósito de fluido. Adicional o alternativamente, el primer fluido puede ser un líquido. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 22, el método 2200 incluye el paso 2210 de recibir, al menos un segundo acceso de fluido, un segundo fluido desde un segundo depósito de fluido que comprende el segundo fluido. En algunas modalidades, el al menos un segundo acceso de fluido puede estar conectado neumáticamente a un segundo depósito de fluido. Adicional o alternativamente, el segundo fluido puede ser un gas. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 22, el método 2200 incluye el paso 2215 de proporcionar, mediante un compresor de baja presión, presión al segundo fluido recibido desde el segundo depósito de fluido. En algunas modalidades, el compresor de baja presión puede estar configurado para generar una presión de 2 bar a 7 bar. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 22, el método 2200 incluye el paso 2220 de dispersión, mediante al menos un inyector, de una combinación del primer fluido y el segundo fluido. En algunas modalidades, al menos un inyector pueden estar configurados para dispersar el primer fluido de la combinación en uno de una pluralidad de primeros volúmenes de pulverización de fluido. Adicional o alternativamente, la pluralidad de volúmenes de pulverización de fluido puede comprender de 4 a 25 litros por minuto. Además, en una modalidad, al menos un inyector puede estar configurado para dispersar la combinación en uno de una pluralidad de patrones de pulverización. En una modalidad, la pluralidad de patrones de pulverización puede comprender una forma de cono. En aún otra modalidad, al menos un inyector pueden estar configurados para dispersar el segundo fluido de la

combinación en uno de una pluralidad de segundos volúmenes de flujo de fluido. Adicional o alternativamente, la pluralidad de segundos volúmenes de flujo de fluido puede comprender segundos volúmenes de flujo de fluido de 4 a 25 litros por minuto. Además, al menos un inyector puede comprender al menos un primer acceso de inyector de fluido conectado al primer depósito de fluido, estando el al menos un acceso de inyector de fluido configurado para recibir primer fluido adicional del primer depósito de fluido. Adicional o alternativamente, el al menos un inyector puede comprender además al menos un segundo acceso de inyector de fluido conectado al segundo depósito de fluido, en donde el al menos un segundo acceso de inyector de fluido está configurado para recibir segundo fluido adicional del segundo depósito de fluido. Más aún, en donde al menos un inyector puede estar configurado para ajustar el tamaño de gota del primer fluido. En una modalidad, el tamaño de gota del primer fluido comprende de 5 micrones a 50 micrones. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 22, el método 2200 puede incluir modificar, mediante una perilla de ajuste de flujo, un caudal de fluido de la combinación del primer fluido y el segundo fluido durante el funcionamiento de al menos un inyector. En algunas modalidades, la perilla de ajuste de flujo puede estar configurada para modificar el caudal de fluido hasta 10 litros por minuto. Adicional o alternativamente, la perilla de ajuste de flujo puede configurarse para modificar el caudal del inyector para una relación de reducción de 10. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 23, se muestra un diagrama de bloques de una modalidad ejemplar de un aparato 2300 para un reactor de plasma modular 2304. El aparato 2300 incluye un reactor de plasma modular 2304. A los efectos de esta divulgación, un "reactor de plasma modular" es un reactor de plasma que puede conectarse de forma desmontable a otros módulos. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "reactor de plasma" es un dispositivo configurado para generar, sostener y/o controlar plasma. "Plasma", a los efectos de esta divulgación, se refiere al cuarto estado de la materia, además de sólido, líquido y gaseoso. El plasma puede incluir un gas parcialmente ionizado que consiste en una mezcla de iones, electrones y/o partículas neutras (es decir, átomos y moléculas). En una modalidad, el plasma se puede formar cuando al menos un fluido se somete a una fuente de alta energía, tal como, entre otros, calor, radiación, campo eléctrico y similares, lo que hace que los átomos o moléculas en al menos un fluido se ionicen perdiendo o ganando electrones. Se puede introducir al menos un fluido en el reactor de plasma modular 2304 utilizando un inyector como se describe a continuación en esta divulgación. En algunos casos, el plasma puede incluir plasma no térmico (NTP), en donde el plasma no térmico es un tipo de plasma en el que la temperatura de los electrones es significativamente más alta que la temperatura de los iones más pesados y las

partículas neutras. En este caso, aunque los electrones del plasma tienen alta energía cinética, la temperatura general de al menos un fluido puede permanecer relativamente baja (por ejemplo, a menudo cerca de la temperatura ambiente de 20-22 °C/68-72 °F). Adicional o alternativamente, la distribución de energía entre las partículas dentro del plasma no térmico puede no estar en equilibrio térmico debido a que los electrones, al ser mucho más livianos que los iones y las partículas neutras, pueden ganar energía más rápidamente cuando se someten a un campo eléctrico o magnético, lo que genera una temperatura de electrones más alta. Por otro lado, los iones más pesados y las partículas neutras pueden moverse más lentamente y permanecer más fríos, lo que da como resultado una temperatura baja de al menos un fluido.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un reactor de plasma modular 2304 incluye una carcasa 2308. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "carcasa" se refiere a una estructura exterior configurada para contener una pluralidad de componentes, tales como, entre otros, componentes del aparato 2300 como se describe en esta divulgación. En algunos casos, la carcasa 2308 puede incluir un material duradero y liviano como, por ejemplo, entre otros, plástico, metal y/o similares. En algunas modalidades, la carcasa 2308 puede ser escalable en tamaño. En algunas modalidades, la carcasa 2308 puede estar diseñada y configurada para proteger los componentes sensibles del aparato 2300 contra daños o contaminación. En algunas modalidades, la carcasa 2308 puede ser portátil. A los efectos de esta divulgación, un "portátil" se refiere a un objeto que está diseñado para ser transportado de un lugar a otro. En un ejemplo no taxativo, la carcasa portátil 2308 puede incluir una carcasa exterior de componentes del aparato 2300. por ejemplo y entre otros, la carcasa 2308 puede estar configurada para proteger componentes de un reactor de plasma modular 2304, al menos un depósito modular 2312, una unidad de encendido modular 2316, un regulador de presión modular, un controlador 2320 y similares por separado o en conjunto. En algunas modalidades, la carcasa 2308 puede incluir una o más superficies planas en la carcasa 2308. A los efectos de esta divulgación, "superficie plana" se refiere a una superficie de un objeto que es lisa y uniforme, sin ninguna curvatura o protuberancias significativas. En un ejemplo no taxativo, la carcasa 2308 puede incluir la superficie plana para que la carcasa 2308 pueda colocarse en el suelo de forma segura. En otro ejemplo no taxativo, la carcasa 2308 puede incluir la superficie plana para que la carcasa 2308 pueda montarse en otra superficie plana. En otro ejemplo no taxativo, la carcasa 2308 puede incluir la superficie plana para que otro objeto con la superficie plana pueda montarse en la carcasa 2308. En algunas modalidades, la carcasa 2308 puede incluir uno o más recubrimientos de superficie y/o modificaciones que reducen la probabilidad de adhesión o interferencia no deseada con componentes externos tales como residuos, objetos extraños, líquidos y similares. Adicional o alternativamente, la carcasa 2308

puede incluir además características tales como cerrojos, clips u otros sujetadores que ayudan a asegurar la carcasa 2308 en su lugar durante el uso.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, una carcasa 2308 puede incluir al menos una abertura que proporciona una ruta para una conexión entre módulos para la comunicación. En un ejemplo no taxativo, la al menos una abertura de la carcasa 2308 del inyector modular 2324 puede proporcionar la ruta para que al menos un acceso de fluido del inyector modular 2324 se conecte con una salida del al menos un depósito modular 2312. El al menos un acceso de fluido del inyector modular 2324 y la salida del al menos un depósito modular 2312 se describen con más detalle a continuación. En otro ejemplo no taxativo, al menos una abertura de la carcasa 2308 del reactor de plasma modular 2304 puede proporcionar la ruta para que uno o más conductores continuos de la unidad de encendido modular 2316 se conecten con al menos un electrodo del reactor de plasma modular 2304. El al menos un electrodo divulgado en este documento se describe con más detalle a continuación. En otro ejemplo no taxativo, al menos una abertura de la carcasa 2308 del reactor de plasma modular 2304 puede proporcionar la ruta para que al menos una salida de fluido del inyector modular 2324 se conecte fluidamente con el reactor de plasma modular 2304. A continuación se describe con más detalle al menos una salida de fluido del inyector modular 2324.

Continuando con la referencia a la Figura 23, tal como se utiliza en esta divulgación, "comunicación" es un atributo en donde dos o más elementos relacionados interactúan entre sí, por ejemplo dentro de un dominio específico o de una manera determinada. En algunos casos, la comunicación entre dos o más elementos relacionados puede ser de un dominio específico, como por ejemplo, entre otros, comunicación eléctrica, comunicación fluida, comunicación informática, comunicación mecánica y similares. En esta divulgación, el término "comunicación informática" se refiere a un atributo mediante el cual dos o más elementos relacionados interactúan entre sí mediante un flujo de información o información en general. Por ejemplo, y entre otros, la comunicación entre un inyector modular 2324 y un controlador 2320 puede incluir la comunicación informática. por ejemplo, y entre otros, una comunicación entre una unidad de encendido modular 2316 y el controlador 2320 puede incluir la comunicación informática. Tal como se utiliza en esta divulgación, "comunicación mecánica" es un atributo en el que dos o más elementos relacionados interactúan entre sí por medios mecánicos, por ejemplo, esfuerzo mecánico (por ejemplo, fuerza) y flujo (por ejemplo, velocidad). "Comunicación eléctrica" tal como se utiliza en esta divulgación, es un atributo en donde dos o más elementos relacionados interactúan entre sí mediante una corriente eléctrica o electricidad en general. Por ejemplo, y entre otros, la comunicación entre el inyector modular 2324 y la unidad de encendido modular 2316 puede incluir la comunicación eléctrica a través

de uno o más conductores continuos. "Comunicación fluida", tal como se usa en esta divulgación, es un atributo mediante el cual dos o más elementos relacionados interactúan entre sí mediante un flujo fluido o fluido en general. Por ejemplo, y entre otros, una comunicación entre el inyector modular 2324 y al menos un depósito modular 2312 puede incluir la comunicación fluida, donde al menos un fluido fluye entre el inyector modular 2324 y al menos un depósito modular 2312. El al menos un fluido se describe con más detalle a continuación. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "fluido" es un material gaseoso o líquido que puede fluir, incluyendo, entre otros, agua, nitrógeno, oxígeno y/u otros gases y/o líquidos.

Continuando con la referencia a la Figura 23, una carcasa 2308 puede incluir además una cámara de tratamiento configurada para contener un medio de cultivo. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "cámara de tratamiento" es un espacio controlado diseñado para contener un material, sustancia u objeto específico y someterlo a un tratamiento particular. En una modalidad, la cámara de tratamiento puede construirse como un sistema abierto; por ejemplo, y entre otros, la cámara de tratamiento puede incluir un contenedor con la parte superior abierta. En otras modalidades, la cámara de tratamiento puede construirse como un sistema cerrado; por ejemplo, y entre otros, puede ser un contenedor hermético. En algunas modalidades, puede diseñarse para facilitar el acceso al medio de cultivo que se está tratando. En un ejemplo no taxativo, la cámara de tratamiento puede incluir puertas o puertos removibles o con bisagras para cargar y/o descargar el medio de cultivo. En otro ejemplo no taxativo, la cámara de tratamiento puede incluir una o más ventanas con/sin cubierta para inspección visual o muestreo durante el proceso de tratamiento.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un aparato 2300 incluye una unidad de encendido modular 2316. En algunas modalidades, la unidad de encendido modular 2316 está conectada de forma desmontable a un reactor de plasma modular 2304. Para los fines de esta divulgación, "conectado de manera desmontable" se refiere a la capacidad de un objeto que está conectado a otro objeto de desconectarse del otro objeto sin dañar o romper dichos objetos. En algunas modalidades, la unidad de encendido modular 2316 puede incluir una carcasa 2308 como se divulgó anteriormente. En algunas modalidades, la conexión desmontable puede incluir una conexión roscada. A los efectos de esta divulgación, "conexión roscada" es un tipo de conexión que implica acoplar las mitades macho y hembra para crear una conexión que mantenga las roscas juntas. A modo de ejemplo no taxativo, la conexión roscada puede realizarse mediante componentes de acoplamiento de género determinado. A modo de ejemplo no taxativo, los componentes de acoplamiento según el género pueden incluir un componente o enchufe macho que se inserta dentro de un componente o toma de corriente hembra. En algunos casos la conexión roscada puede ser desmontable. En algunos casos, la conexión roscada puede ser desmontable, pero requiere una herramienta o llave especializada para su

extracción. En algunas modalidades, la conexión roscada puede lograrse mediante uno o más conectores de enchufe y toma de corriente, contactos de pasador pogo, conectores de resorte de corona, etc. En algunos casos, la conexión roscada puede tener una llave para garantizar la alineación adecuada de un componente acoplado. En algunos casos la conexión roscada puede ser bloqueable. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "componente de acoplamiento" es un componente que se acopla con al menos otro componente. Como ejemplo no taxativo, el componente de acoplamiento puede incluir un conector. En otra modalidad, la conexión desmontable puede incluir conexiones en bayoneta. Las conexiones en bayoneta pueden utilizar un mecanismo de bloqueo que permite conectar los dos componentes insertándolos y girándolos en su lugar. En algunas modalidades, la conexión desmontable puede incluir conexiones a presión. En algunas modalidades, las conexiones a presión pueden incluir una serie de solapas o ganchos que encajan en su lugar cuando se juntan los dos componentes. A modo de ejemplo no taxativo, las conexiones a presión pueden incluir clips a presión, solapas a presión, bisagras a presión, cerrojos a presión, ganchos a presión, pasadores a presión y similares. En otra modalidad, la conexión desmontable puede incluir conexiones de cerrojo. Las conexiones de cerrojo utilizan un cerrojo o mecanismo de bloqueo que asegura los dos componentes juntos. Como ejemplo no taxativo, las conexiones de cerrojo pueden incluir cerrojos de gabinete, cerrojos de puerta, sujetadores de aeronaves y similares. En otra modalidad, la conexión desmontable puede incluir conexiones de abrazadera. En algunas modalidades, las conexiones de abrazadera utilizan una abrazadera o un mecanismo de compresión para mantener juntos los dos componentes. Como ejemplo no taxativo, las conexiones de abrazadera pueden incluir abrazaderas de manguera, abrazaderas en C, abrazaderas de tubería, abrazaderas de cable de acero, collares de eje, abrazaderas de resorte y similares. En otra modalidad, la conexión desmontable puede incluir conexiones magnéticas. En algunas modalidades, las conexiones magnéticas utilizan un imán para mantener juntos los dos componentes. En algunas modalidades, la conexión desmontable puede incluir conectores, tornillos, adaptadores, pasamuros y similares. A los efectos de esta divulgación, un "conector" es un componente configurado para crear una conexión eléctrica o mecánica entre dos o más objetos. Los ejemplos de conectores incluyen conectores de enchufe y toma de corriente, bloques de terminales, conectores de crimpado y similares. A los efectos de esta divulgación, un "pasamuro" es un tipo de componente eléctrico que permite que señales eléctricas o energía pasen a través de una barrera o recinto mientras mantiene el aislamiento entre el interior y el exterior del recinto.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en una modalidad, una unidad de encendido modular 2316 puede conectarse de manera desmontable a un reactor de plasma modular 2304 utilizando uno o más conductores continuos. Un "conductor

continuo", como se describe en este documento, es un conductor eléctrico, sin ninguna interrupción, hecho de material eléctricamente conductor que es capaz de transportar corriente eléctrica a una distancia. Como un ejemplo no taxativo, el material eléctricamente conductor puede incluir cualquier material que sea conductor de corriente eléctrica y puede incluir, como ejemplo no taxativo, varios metales como cobre, acero o aluminio, materiales conductores de carbono o cualquier otro material conductor adecuado. En otra modalidad, la unidad de encendido modular 2316 puede estar conectada de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304 usando un conector o un adaptador. En algunas modalidades, el conector puede usarse para unir alambres o cables. A modo de ejemplo no taxativo, el conector puede conectar uno o más conductores continuos. En otra modalidad, la unidad de encendido modular 2316 puede estar conectada de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304 usando un pasamuro de alto voltaje. A los efectos de esta divulgación, un "pasamuro de alto voltaje" es un conector eléctrico sellado que está diseñado para pasar corriente de alto voltaje a través de una cámara de vacío o presurizada, tal como la carcasa de un reactor de plasma. Continuando con la referencia a la Figura 23, para los fines de esta divulgación, una "unidad de encendido modular" es una unidad de encendido que se puede conectar de forma desmontable a otros módulos. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "unidad de encendido" es un componente eléctrico responsable de suministrar un voltaje eléctrico inicial necesario para iniciar la descarga eléctrica entre electrodos. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido modular 2316 puede estar configurada para suministrar un voltaje eléctrico a al menos un electrodo. El al menos un electrodo se describe con más detalle a continuación. En algunas modalidades, la unidad de encendido modular 2316 puede incluir una fuente de alimentación. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "fuente de alimentación" es cualquier sistema, dispositivo o medio que proporciona energía, como, entre otros, energía eléctrica, a un dispositivo. La fuente de alimentación puede proporcionar energía eléctrica a la unidad de encendido modular 2316 y/o a otros dispositivos/componentes dentro del aparato 2300 descrito en esta divulgación, tales como, entre otros, el reactor de plasma modular 2304, el inyector modular 2324, cualquier dispositivo informático y/o similares. En un ejemplo no taxativo, un controlador 2320 puede estar conectado eléctricamente a una fuente de alimentación. Como ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede controlar la energía de cualquier componente del aparato 2300 como se describe a continuación. En algunas modalidades, la fuente de alimentación puede estar conectada eléctricamente externamente al controlador 2320. En tal modalidad, la fuente de alimentación puede incluir una fuente de alimentación externa, tal como, entre otros, una toma de corriente de pared. En algunos casos, la transmisión de energía eléctrica puede incluir el uso de uno o más conductores continuos. En algunas modalidades, la fuente de alimentación puede incluir una batería. En una modalidad,

la fuente de alimentación puede incluir alimentación de corriente continua (CC). En otra modalidad, la fuente de alimentación puede incluir alimentación de corriente alterna (CA). En algunas modalidades, adicional o alternativamente, la fuente de alimentación puede incluir energía renovable de CA o CC. Como ejemplo no taxativo, la energía renovable de CA o CC puede incluir energía eléctrica generada a partir de fuentes de energía renovables como la solar, la eólica, la hidroeléctrica, la geotérmica y la biomasa.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, una unidad de encendido modular 2316 puede estar configurada para convertir un voltaje de entrada más bajo (por ejemplo, 110 V/220 V para voltajes de CA o 12 V/24 V para voltajes de CC) de la fuente de alimentación en un voltaje de salida más alto, proporcionando así la energía eléctrica necesaria para impulsar un reactor de plasma modular 2304. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido modular 2316 puede incluir un transformador de encendido. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "transformador de encendido" es un transformador eléctrico diseñado para generar una salida de alto voltaje que se utiliza para iniciar una descarga eléctrica, en donde el transformador eléctrico es un dispositivo eléctrico pasivo que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro a través del proceso de inducción electromagnética. En algunos casos, se puede utilizar el transformador eléctrico para aumentar o disminuir los niveles de voltaje de la señal eléctrica de corriente alterna (CA) manteniendo la misma frecuencia. En un ejemplo no taxativo, el transformador de encendido puede configurarse para aumentar el voltaje de entrada desde un nivel inferior (de la fuente de alimentación) a un nivel de voltaje más alto requerido por el reactor de plasma modular 2304 para crear un arco eléctrico (es decir, punto de arco). En algunas modalidades, el transformador de encendido puede incluir dos conjuntos de bobinados, donde los dos conjuntos de bobinados pueden incluir un bobinado primario y un bobinado secundario. Se pueden enrollar dos juegos de bobinados alrededor de un núcleo magnético. En algunos casos, el bobinado primario puede estar conectado a una entrada de voltaje más bajo, mientras que el bobinado secundario puede generar una salida de alto voltaje. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido modular 2316 puede incluir el transformador de encendido configurado para convertir la energía eléctrica recibida de una fuente de alimentación en una descarga de alto voltaje de 6 kV a 30 k. En otra modalidad, el rango de voltaje puede ser de 3 kV a 18 k. Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, una unidad de encendido modular 2316 puede ser capaz de convertir voltaje de CA, que oscila periódicamente entre valores positivos y negativos, en corriente continua, que tiene una polaridad constante (positiva o negativa) y no cambia con el tiempo, para que los electrodos conectados produzcan una descarga eléctrica controlada y/o estable para generar y/o mantener el plasma. En algunos casos, es posible que un aparato 2300 necesite convertir la fuente de

alimentación de CA a CC para realizar una operación pulsada. Durante la operación de plasma pulsado, un reactor de plasma modular 2304 puede operar en un modo pulsado, donde el plasma puede generarse y mantenerse durante períodos cortos seguidos de un período sin descarga eléctrica. La fuente de alimentación de CC se puede controlar y encender y apagar fácilmente según sea necesario, lo que la hace adecuada para el funcionamiento con plasma pulsado. En algunos casos, el aparato 2300 puede convertir la fuente de alimentación de CA a CC para reducir el desgaste y la contaminación de los electrodos; por ejemplo, y entre otros, en el reactor de plasma modular alimentado con CA 2304, la polaridad en constante cambio de los electrodos puede conducir a un desgaste acelerado de los electrodos y a la liberación de material de los electrodos en el plasma generado. Al utilizar una fuente de alimentación de CC, los electrodos pueden mantener una polaridad constante, reduciendo el desgaste y la contaminación y aumentando la vida útil de los electrodos. En una modalidad, el aparato 2300 también puede convertir CA a CA. Por ejemplo, los conversores de CA a CA se pueden utilizar para convertir formas de onda de CA con una frecuencia y magnitud particulares a formas de onda de CA con otra frecuencia y otra magnitud. Por ejemplo, un controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo basado en tiristores que convierte el voltaje alterno fijo directamente en voltaje alterno variable sin un cambio en la frecuencia. El controlador de voltaje de CA puede ser un dispositivo controlado por fase y, por lo tanto, no se requieren circuitos de conmutación de fuerza y se puede utilizar conmutación natural o de línea. En un ejemplo no taxativo, la unidad de encendido modular 2316 puede incluir un rectificador. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "rectificador" es un dispositivo o circuito eléctrico que convierte CA en CC. El rectificador puede construirse utilizando uno o más diodos, en donde los diodos son dispositivos semiconductores que permiten que la corriente eléctrica fluya en una sola dirección y tienen una baja resistencia al flujo de corriente eléctrica en la dirección directa (cuando el voltaje es positivo) y una alta resistencia al flujo de corriente eléctrica en la dirección inversa (cuando el voltaje es negativo). En algunos casos, el rectificador puede incluir, entre otros, un rectificador de media onda, un rectificador de onda completa y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, una unidad de encendido modular 2316 puede incluir un regulador de potencia (es decir, filtro). Como se describe en esta divulgación, un "regulador de potencia" es un dispositivo eléctrico en la fuente de alimentación que realiza la regulación o redistribución de potencia eléctrica, en donde "regulación de potencia" o "redistribución de potencia", como se describe en este documento, se refiere a un proceso que mantiene el voltaje de la fuente de alimentación por debajo de su valor máximo durante el funcionamiento, la inactividad o la carga. En un ejemplo no taxativo, se puede utilizar el regulador de potencia para eliminar o atenuar frecuencias, ruido o fluctuaciones de

voltaje no deseados del voltaje o corriente de salida. El regulador de potencia puede incluir, entre otros, un filtro pasivo, un filtro activo, un filtro EMI/RFI, un regulador de voltaje y similares. Adicional o alternativamente, la unidad de encendido modular 2316 puede incluir un equilibrador. Como se describe en este documento, un "equilibrador" es un dispositivo eléctrico que realiza el equilibrio de potencia, en donde "equilibrio de potencia", para el propósito de esta divulgación, se refiere a un proceso que equilibra la energía eléctrica de una o más primeras fuentes de alimentación (por ejemplo, baterías fuertes) a una o más segundas fuentes de alimentación (por ejemplo, baterías más débiles). Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varios dispositivos/componentes que pueden usarse dentro de la unidad de encendido modular 2316 del aparato 2300.

Continuando con la referencia a la Figura 23, adicional o alternativamente, en alguna modalidad, un reactor de plasma 2304 puede incluir una unidad de encendido incorporada. A los efectos de esta divulgación, una "unidad de encendido incorporada" es una unidad de encendido que está incluida en una carcasa que incluye un reactor de plasma. En algunas modalidades, la unidad de encendido incorporada puede estar conectada directamente al reactor de plasma modular 2304 utilizando un conductor continuo, un pasamuro, un conector o un adaptador como se describió anteriormente. En algunas modalidades, la unidad de encendido incluida puede estar conectada directamente al reactor de plasma modular 2304. A modo de ejemplo no taxativo, en una conexión directa, la unidad de encendido incorporada puede estar unida físicamente a al menos un electrodo del reactor de plasma modular 2304 u otros componentes dentro de la carcasa 2308. Como otro ejemplo no taxativo, la unidad de encendido incorporada puede estar conectada directamente al reactor de plasma modular 2304 usando una variedad de técnicas, tales como, entre otras, soldadura, soldadura blanda, soldadura fuerte, unión adhesiva o sujetadores mecánicos. A modo de ejemplo no taxativo, los sujetadores mecánicos pueden incluir pernos, tornillos, tuercas, arandelas, remaches, pasadores y similares. En algunas modalidades, un controlador 2320 puede estar conectado de forma desmontable a la unidad de encendido incorporada. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede estar configurado para controlar una energía a la unidad de encendido incorporada para suministrar un voltaje eléctrico inicial necesario para iniciar la descarga eléctrica entre electrodos.

Continuando con la referencia a la Figura 23, adicional o alternativamente, una unidad de encendido modular 2316 puede incluir una bobina. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "bobina" es una espiral o hélice enrollada de alambre conductor que crea un campo electromagnético cuando una corriente eléctrica fluye a través de él. En un ejemplo no taxativo, la bobina puede estar conectada eléctricamente a al menos un electrodo de al menos un par de electrodos de un reactor de plasma

modular 2304, configurado para iniciar la descarga eléctrica en el reactor de plasma modular 2304. Como ejemplo no taxativo, la bobina puede incluir una bobina inductiva o una bobina de transformador de alto voltaje. A los efectos de esta divulgación, una "bobina inductiva" es un componente electrónico que almacena energía en un campo magnético cuando una corriente eléctrica fluye a través de él. Como ejemplo no taxativo, la bobina inductiva puede incluir una bobina de alambre que se enrolla alrededor de un material de núcleo, como hierro, ferrita o similar, que amplifica el campo magnético. En algunas modalidades, la bobina inductiva o la bobina del transformador de alto voltaje pueden generar pulsos eléctricos de alto voltaje necesarios para crear una descarga eléctrica entre un primer electrodo y un segundo electrodo del al menos un par de electrodos del reactor de plasma modular 2304. Al pasar la corriente eléctrica de alta frecuencia a través de la bobina inductiva, se puede crear un campo magnético oscilante. Este campo magnético puede entonces inducir una corriente eléctrica en el gas o plasma, ionizándolo y creando una descarga de plasma (por ejemplo, plasma acoplado inductivamente (ICP)). En algunas modalidades, el campo magnético creado alrededor de la bobina inductiva se puede utilizar para confinar el plasma dentro del reactor de plasma modular 2304.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un aparato 2300 incluye un inyector modular 2324. A los efectos de esta divulgación, un "inyector modular" es un inyector que puede conectarse de forma desmontable a otros módulos. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "inyector" es un componente diseñado para introducir al menos un fluido en un reactor de plasma, específicamente, la región de reacción del reactor de plasma. En un ejemplo no taxativo, el inyector modular 2324 puede estar configurado para alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción. A continuación se describen la región de reacción y el al menos un fluido divulgado en este documento. El reactor de plasma modular 2304 puede entonces utilizar el al menos un fluido para generar plasma. En algunas modalidades, el inyector modular 2324 está conectado de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304. En algunas modalidades, el inyector modular 2324 puede estar conectado al reactor de plasma modular 2304 mediante una brida de montaje de inyector. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "brida de montaje de inyector" es un borde que sobresale de un objeto y que se utiliza para fijar el inyector a una carcasa de un reactor de plasma. En un ejemplo no taxativo, la brida de montaje de inyector puede incluir una interfaz entre el inyector modular 2324 y el reactor de plasma modular 2304. En algunos casos, al menos una salida de fluido de inyector modular 2324 puede incluir un adaptador roscado. Tanto la al menos una salida de fluido como la interfaz pueden incluir una sección roscada; por ejemplo, y entre otros, la al menos una salida de fluido/interfaz puede incluir una sección roscada macho/hembra, en donde las secciones roscadas macho y hembra son compatibles (es decir, coincidentes). El inyector modular 2324 puede roscarse, usando la al menos una salida de fluido con

un adaptador roscado en la brida de montaje de inyector en la interfaz. En la Figura 2 se muestra una configuración ejemplar del inyector modular 2324, al menos una salida de fluido del inyector modular 2324, la brida de montaje de inyector y la interfaz.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un inyector modular 2324 puede incluir al menos un acceso de fluido. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "acceso de fluido" es un punto de entrada a través del cual se introduce al menos un fluido en el inyector modular 2324 antes de ser alimentado a la región de reacción de un reactor de plasma modular 2304 o cualquier otro proceso descrito en esta divulgación. En un ejemplo no taxativo, el al menos un acceso de fluido puede estar conectada con la salida de al menos un depósito modular 2312 como se describió anteriormente. En algunos casos, el al menos un acceso de fluido puede estar diseñada para proporcionar una conexión segura y sin fugas con el al menos un depósito; por ejemplo, y entre otros, el al menos un acceso de fluido puede estar sellada utilizando uno o más elementos de sellado tales como juntas tóricas, juntas, selladores de roscas y similares para asegurar un sellado hermético y/o evitar fugas o contaminación. El inyector modular 2324 puede incluir al menos una salida de fluido. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "salida de fluido" es un punto de salida a través del cual se emite al menos un fluido del inyector modular 2324 a la región de reacción del reactor de plasma modular 2304. En algunos casos, la al menos una salida de fluido puede estar configurada para permitir que al menos un fluido se libere en la ubicación prevista dentro de la región de reacción. por ejemplo, y entre otros, la al menos una salida de fluido puede colocarse en el centro y justo encima de al menos un par de electrodos. La al menos una salida de fluido puede estar a una distancia con al menos un par de electrodos o la región de reacción. Esta distancia puede afectar el tiempo y el espacio disponibles para que al menos un fluido se mezcle e interactúe con el plasma u otros componentes del proceso. En algunos casos, la al menos una salida de fluido puede configurarse para proporcionar un patrón y dispersión de flujo óptimos del al menos un fluido en la región de reacción. En un ejemplo no taxativo, la al menos una salida de fluido puede incluir una boquilla (es decir, una abertura con forma especial) diseñada para crear una corriente dirigida y de alta velocidad de al menos un fluido, lo que puede mejorar la mezcla y la dispersión en la región de reacción. Dicha boquilla puede incluir, entre otros, una boquilla giratoria, una boquilla de pulverización en abanico, una boquilla de chorro de impacto, una boquilla de múltiples orificios, una boquilla atomizadora y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 23, adicional o alternativamente, un inyector modular 2324 puede incluir una o más válvulas configuradas para supervisar, controlar o regular de otra manera el flujo de al menos un fluido alimentado a través de la región de reacción de un reactor de plasma modular 2304. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "válvula" es un componente que controla

la comunicación fluida entre dos o más componentes (por ejemplo, entre al menos un depósito modular 2312 y el inyector modular 2324). Las válvulas ejemplares no taxativas incluyen válvulas direccionales, válvulas de control, válvulas selectoras, válvulas multipuerto, válvulas de retención y similares. Las válvulas pueden incluir cualquier construcción de válvula adecuada, incluidas válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de aguja, válvulas de globo, válvulas de compuerta, válvulas de mariposa de eje centrado tipo wafer, válvulas reguladoras y similares. Las válvulas pueden incluirse en un colector de circuito hidráulico o neumático, permitiendo, por ejemplo, múltiples puertos y rutas de flujo. Las válvulas pueden accionarse mediante cualquier método conocido, como por ejemplo, entre otros, mediante energía hidráulica, neumática, mecánica o eléctrica. Por ejemplo, en algunos casos, una válvula puede ser accionada por un solenoide energizado o un motor eléctrico. Los actuadores de válvulas, y por tanto las válvulas mismas, pueden ser controlados por un controlador 2320 como se describe en detalle a continuación. El controlador 2320 puede estar en comunicación con la válvula, por ejemplo, mediante uno o más de los siguientes: comunicación eléctrica, comunicación hidráulica, comunicación neumática, comunicación mecánica y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un inyector modular 2324 puede incluir un componente de ajuste de flujo. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "componente de ajuste de flujo" es un dispositivo que permite el control y la regulación precisos del caudal de fluido a través de un inyector. En algunos casos, el componente de ajuste de flujo puede incluir una válvula de control de flujo manual que se puede ajustar a mano para regular el caudal de fluido a través del inyector modular 2324. En un ejemplo no taxativo, girando una perilla, se puede cambiar la apertura de la válvula o la apertura de al menos una salida de fluido, permitiendo que más o menos fluido pase a través del inyector modular 2324 o se introduzca en un reactor de plasma modular 2304. En algunos casos, el componente de ajuste de flujo puede incluir un actuador que puede ser controlado por un controlador 2320 para regular el caudal de fluido a través del inyector modular 2324. El controlador 2320 puede estar en comunicación con el componente de ajuste de flujo, por ejemplo, mediante uno o más de los siguientes: comunicación eléctrica, comunicación hidráulica, comunicación neumática, comunicación mecánica y similares. En algunas modalidades, el componente de ajuste de flujo puede incluir una relación de reducción de 8 veces. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "relación de reducción" es una medida de la versatilidad y flexibilidad del componente de ajuste de flujo que indica qué tan bien el componente de ajuste de flujo se adapta a diferentes requisitos de caudal dentro de un sistema. Dicho componente de ajuste de flujo puede controlar el caudal de fluido en un rango de ocho veces el caudal mínimo. Por ejemplo, si el caudal mínimo del componente de ajuste de flujo es 23 galones por minuto (GPM), una relación de reducción en 8 veces puede indicar que

el componente de ajuste de flujo puede regular eficazmente los caudales desde 1 GPM hasta 8 GPM.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un aparato 2300 incluye al menos un depósito modular 2312. A los efectos de esta divulgación, un "depósito modular" es un depósito que puede conectarse de forma desmontable a otros módulos. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "depósito" es un contenedor o cámara de almacenamiento diseñado para contener al menos un fluido. En un ejemplo no taxativo, el al menos un depósito puede estar configurado para contener al menos un fluido. El al menos un depósito puede proporcionar un suministro constante y controlado del al menos un fluido para el tratamiento del medio de cultivo como se describe con más detalle a continuación. En una modalidad, el al menos un fluido puede incluir una sustancia que permite la producción de descarga eléctrica. En algunos casos, el al menos un fluido puede incluir líquido; por ejemplo, y entre otros, el al menos un fluido puede incluir agua, solventes orgánicos, soluciones de electrolitos y similares. En otros casos, el al menos un fluido puede incluir uno o más gases; por ejemplo, y entre otros, el al menos un fluido puede incluir gases inertes (por ejemplo, nitrógeno, argón, helio, neón y similares), oxígeno, dióxido de carbono, aire, gases reactivos (por ejemplo, hidrógeno, amoníaco, hexafluoruro de azufre y similares), y similares. Adicional o alternativamente, el aparato 2300 puede incluir una pluralidad de depósitos 2312. En una modalidad, el al menos un depósito modular 2312 puede incluir un primer depósito modular 2312 configurado para contener un primer fluido y un segundo depósito modular 2312 configurado para contener un segundo fluido, en donde el primer fluido puede incluir al menos un gas y el segundo fluido puede incluir al menos un líquido.

Continuando con la referencia a la Figura 23, al menos un depósito modular 2312 puede construirse a partir de materiales que sean compatibles con al menos un fluido que se esté almacenando. Por ejemplo, y entre otros, el al menos un depósito modular 2312 puede estar hecho de materiales tales como metales resistentes a la corrosión, plásticos y/o vidrio. En algunos casos, el al menos un depósito modular 2312 puede tener el tamaño adecuado para proporcionar un suministro adecuado de fluido durante todo el proceso de tratamiento sin recargas ni interrupciones frecuentes. El al menos un depósito modular 2312 puede incluir al menos un acceso, al menos una salida o ambos. En un ejemplo no taxativo, el al menos un acceso puede usarse para llenar el al menos un depósito modular 2312 con el al menos un fluido y la al menos una salida puede conectarse a un inyector modular 2324 u otro componente de suministro de fluido del aparato 2300 tal como un regulador de presión modular como se describe con más detalle a continuación. En algunas modalidades, al menos un depósito modular 2312 está conectado de forma desmontable al inyector modular 2324. Se puede introducir el al menos un fluido a través de al menos un acceso hacia el al menos un depósito modular 2312 y/o salida

a través de al menos una salida hacia el inyector modular 2324. En el caso del aparato 2300 que tiene una pluralidad de depósitos 2312, cada depósito modular 2312 de la pluralidad de depósitos 2312 puede incluir el al menos un acceso y la al menos una salida. En un ejemplo no taxativo, un primer depósito modular 2312 configurado para contener un primer fluido puede incluir un primer acceso y una primera salida, un segundo depósito modular 2312 configurado para contener un segundo fluido puede incluir un segundo acceso y una segunda salida, en donde el primer acceso/la primera salida nunca puede intersectarse con el segundo acceso/la segunda salida. En tal modalidad, el primer fluido y el segundo fluido pueden no entrar en contacto entre sí antes de la salida a través de la primera salida/segunda salida.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un aparato 2300 puede incluir un regulador de presión modular. A los efectos de esta divulgación, un "regular de presión modular" es un regulador de presión que puede conectarse de forma desmontable a otros módulos. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "regulador de presión" es un componente diseñado para controlar y mantener la presión de al menos un fluido, en donde dicha presión impulsa el flujo del al menos un fluido hacia un reactor de plasma. En una modalidad, el regulador de presión modular puede incluir un sistema de presión atmosférica. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sistema de presión atmosférica" es un mecanismo que controla la presión del fluido que se introduce en un reactor de plasma alrededor de la presión atmosférica. "Presión atmosférica", a los efectos de esta divulgación, es la presión ejercida por el peso del aire en la atmósfera de la Tierra al nivel del mar, que es de aproximadamente 101,3 kilopascales (kPa) o 14,7 libras por pulgada cuadrada (psi). En algunas modalidades, el regulador de presión modular puede garantizar que al menos un fluido que se inyecta en la región de reacción de un reactor de plasma modular 2304 se mantenga a presión atmosférica o cerca de ella. En algunas modalidades, el regulador de presión modular puede ser responsable de transferir el al menos un fluido desde al menos un depósito modular 2312 a un inyector modular 2324, proporcionando un flujo constante y controlado del al menos un fluido hacia la región de reacción del reactor de plasma modular 2304.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un regulador de presión modular puede estar conectado de manera desmontable a al menos un depósito modular 2312. En algunos casos, el regulador de presión modular puede incluir un componente de flujo conectado de manera desmontable con el al menos un depósito configurado para hacer fluir al menos un fluido desde al menos un acceso de fluido de un inyector modular 2324 o una salida de al menos un depósito modular 2312 hasta al menos una salida de fluido del inyector modular 2324. En algunas modalidades, el componente de flujo puede incluir un componente de flujo pasivo configurado para iniciar un proceso de flujo pasivo. Tal como se utiliza en esta

divulgación, un "componente de flujo pasivo" es un componente que imparte un flujo pasivo en al menos un fluido, en donde el "flujo pasivo", para el propósito de esta divulgación, es el flujo de fluido, que se induce en ausencia de actuadores, campos o fuentes de alimentación externos. Un "proceso de flujo pasivo", como se describe en este documento, es una pluralidad de acciones o pasos realizados en un componente de flujo pasivo para impartir un flujo pasivo en al menos un fluido. En un ejemplo no taxativo, con el regulador de presión modular que incluye el componente de flujo pasivo, el inyector modular 2324 puede ser capaz de alimentar el al menos un fluido a través de una región de reacción en función del proceso de flujo pasivo. El componente de flujo pasivo puede emplear una o más técnicas de flujo pasivo para iniciar el proceso de flujo pasivo; por ejemplo, y entre otros, las técnicas de flujo pasivo pueden incluir ósmosis, acción capilar, voltaje superficial, presión, flujo impulsado por gravedad, flujo hidrostático, vacíos y similares. El componente de flujo pasivo puede estar en comunicación fluida con el al menos un depósito modular 2312.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en otras modalidades, un componente de flujo puede incluir un componente de flujo activo configurado para iniciar un proceso de flujo activo. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "componente de flujo activo" es un componente que imparte un flujo activo en un fluido, en donde el "flujo activo", para el propósito de esta divulgación, es el flujo de fluido, que se induce mediante actuadores, campos o fuentes de alimentación externos. Un "proceso de flujo activo", como se describe en este documento, es una pluralidad de acciones o pasos realizados en un componente de flujo activo para impartir un flujo activo en al menos un fluido. En algunas modalidades, el componente de flujo activo puede estar conectado eléctricamente a una fuente de alimentación. En algunas modalidades, la fuente de alimentación puede ser controlada por un controlador 2320, donde el controlador 2320 puede controlar una energía al componente de flujo activo del regulador de presión modular. En un ejemplo no taxativo, con un regulador de presión modular que incluye el componente de flujo activo, un inyector modular 2324 puede ser capaz de alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción en función del proceso de flujo activo. El sistema de presión atmosférica puede configurarse para presurizar al menos un fluido que ingresa a la región de reacción de un reactor de plasma modular 2304; por ejemplo, y entre otros, el componente de flujo activo del regulador de presión modular puede incluir una o más bombas. La bomba puede incluir una bomba de presión sustancialmente constante (por ejemplo, bomba centrífuga) o una bomba de flujo sustancialmente constante (por ejemplo, bomba de desplazamiento positivo, bomba de engranajes y similares). La bomba puede ser hidrostática o hidrodinámica. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "bomba" es una fuente mecánica de energía que convierte la energía mecánica en energía fluida. La bomba puede generar flujo con suficiente potencia para superar la

presión inducida por una carga en una salida de bomba. La bomba puede generar un vacío en una entrada de bomba, forzando así el fluido desde un depósito hacia la entrada de la bomba y mediante acción mecánica entregando este fluido a una salida de la bomba. Las bombas hidrostáticas son bombas de desplazamiento positivo. Las bombas hidrodinámicas pueden ser bombas de desplazamiento fijo, en las que el desplazamiento no se puede ajustar, o bombas de desplazamiento variable, en las que el desplazamiento se puede ajustar. Las bombas ejemplares no taxativas incluyen bombas de engranajes, bombas de paletas rotativas, bombas de tornillo, bombas de eje doblado, bombas de pistones axiales en línea, bombas de pistones radiales y similares. La bomba puede ser accionada por cualquier fuente de trabajo mecánico rotacional, por ejemplo, entre otros, un motor eléctrico o una toma de fuerza de la fuente de alimentación. La bomba puede estar en comunicación fluida con al menos un depósito modular 2312.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un regulador de presión modular puede incluir un compresor de baja presión. A los efectos de esta divulgación, un "compresor de baja presión" es un dispositivo o un componente configurado para proporcionar presión a al menos un fluido de al menos un depósito. El compresor de baja presión puede incluir un dispositivo de compresión neumática. En algunas modalidades, el compresor de baja presión puede incluir un compresor hidráulico, de aire u otro. Además, el compresor de baja presión puede ser un compresor de pistón, un compresor de diafragma, un compresor de tornillo helicoidal, un compresor de paletas deslizantes, un compresor de desplazamiento, un compresor de lóbulos rotativos, un compresor centrífugo y similares. El compresor de baja presión puede estar configurado para aplicar una presión a el al menos a un fluido y/o a un inyector modular 2324. En algunas modalidades, el compresor de baja presión puede estar configurado para aplicar una presión entre 2 bares y 7 bares. En algunas modalidades, un controlador 2320 puede estar configurado para controlar una potencia al compresor de baja presión para generar una presión. En un ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede estar configurado para controlar la potencia del compresor de baja presión para generar la presión entre 2 bares y 7 bares. En algunas modalidades, el compresor de baja presión puede automatizarse. El compresor de baja presión puede automatizarse para aplicar la presión durante un período de tiempo determinado. Como ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede incluir un componente de temporización como se describe a continuación, donde el controlador 2320 puede controlar el compresor de baja presión para aplicar la presión durante el período de tiempo establecido utilizando el componente de temporización. En algunas modalidades, el compresor de baja presión puede estar configurado para aplicar lentamente una presión creciente al inyector modular 2324 y/o el al menos un depósito modular 2312. En otras modalidades, el compresor de baja presión puede estar atomatizado para aplicar una presión constante al inyector

modular 2324 y/o al menos un depósito modular 2312. Como ejemplo no taxativo, el compresor de baja presión puede ser accionado por energía eléctrica de corriente continua (CC). En algunas modalidades, el compresor de bajapresión puede ser impulsado por energía eléctrica que tiene niveles de voltaje variables o reversibles, como energía de CA producida por un generador y/o inversor de corriente alterna, o energía de otro modo variable, como la producida por una fuente de alimentación conmutada.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un aparato 2300 incluye un controlador 2320. A los efectos de esta divulgación, un "controlador" es un dispositivo o sistema electrónico que gestiona y regula las operaciones relacionadas con un reactor de plasma. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede incluir un controlador modular. A los efectos de esta divulgación, un "controlador modular" es un controlador que puede conectarse de forma desmontable a otros módulos. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede incluir un dispositivo informático configurado para controlar varios componentes internos como se describió anteriormente, tales como, entre otros, el reactor de plasma modular 2304, una unidad de encendido modular 2316, un inyector modular 2324, un regulador de presión modular y similares. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede configurarse para permitir una interfaz humana directa y/o un funcionamiento remoto. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede incluir varios protocolos de comunicación e interfaces para facilitar la comunicación entre el controlador 2320 y otros componentes del aparato 2300. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede configurarse para controlar diversos aspectos de un sistema de reactor de plasma, tales como la fuente de alimentación, el caudal de gas, la presión, la temperatura, el volumen de fluido y otros parámetros que afectan la generación y el mantenimiento del plasma.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un controlador 2320 puede incluir cualquier dispositivo informático como se describe en esta divulgación, incluyendo, entre otros, un microcontrolador, un microprocesador, un controlador lógico programable (PLC) un procesador de señal digital (DSP) y/o un sistema en un chip (SoC) como se describe en esta divulgación. A los efectos de esta divulgación, un "controlador lógico programable" es un sistema informático digital utilizado para la automatización y el control de cualquier sistema. En algunas modalidades, el PLC puede programarse utilizando varios lenguajes de programación para crear una secuencia de instrucciones que controlan componentes del funcionamiento de un aparato 2300. Como ejemplo no taxativo, el PLC puede programarse utilizando lógica de escalera, diagramas de bloques de funciones o similares. por ejemplo, y entre otros, el PLC puede programarse para controlar el flujo de fluido hacia un reactor de plasma modular 2304, ajustar la entrada de energía a los componentes del aparato 2300, regular la temperatura del reactor de plasma modular 2304 y similares.

Cualquier dispositivo informático divulgado en la totalidad de esta divulgación puede ser coherente con las funciones del PLC. El dispositivo informático puede incluir, estar incluido en y/o comunicarse con un dispositivo móvil, como un teléfono móvil o un teléfono inteligente. El controlador 2320 puede incluir un único dispositivo informático que funcione independientemente, o puede incluir dos o más dispositivos informáticos que funcionen en conjunto, en paralelo, secuencialmente o de forma similar; dos o más dispositivos informáticos pueden estar incluidos juntos en un único dispositivo informático o en dos o más dispositivos informáticos. El controlador 2320 puede interactuar o comunicarse con uno o más dispositivos adicionales, como se describe a continuación con más detalle, a través de un dispositivo de interfaz de red. El dispositivo de interfaz de red se puede utilizar para conectar un controlador 2320 a una o más de una variedad de redes y a uno o más dispositivos. Los ejemplos de un dispositivo de interfaz de red incluyen, entre otros, una tarjeta de interfaz de red (por ejemplo, una tarjeta de interfaz de red móvil, una tarjeta LAN), un módem y cualquier combinación de estos. Los ejemplos de una red incluyen, entre otros, una red de área amplia (por ejemplo, Internet, una red empresarial), una red de área local (por ejemplo, una red asociada con una oficina, un edificio, un campus u otro espacio geográfico relativamente pequeño), una red telefónica, una red de datos asociada con un proveedor de teléfono/voz (por ejemplo, una red de datos y/o voz de un proveedor de comunicaciones móviles), una conexión directa entre dos dispositivos informáticos y cualquier combinación de estos. Una red puede emplear un modo de comunicación cableado y/o inalámbrico. En general, se puede utilizar cualquier topología de red. La información (por ejemplo, datos, software, etc.) puede comunicarse hacia y/o desde una computadora y/o un dispositivo informático. El controlador 2320 puede incluir, entre otros, por ejemplo, un dispositivo informático o un grupo de dispositivos informáticos en una primera ubicación y un segundo dispositivo informático o grupo de dispositivos informáticos en una segunda ubicación. El controlador 2320 puede incluir uno o más dispositivos informáticos dedicados al almacenamiento de datos, seguridad, distribución de tráfico para equilibrar la carga y similares. El controlador 2320 puede distribuir una o más tareas informáticas como se describe a continuación entre una pluralidad de dispositivos informáticos, que pueden funcionar en paralelo, en serie, de manera redundante o de cualquier otra manera utilizada para la distribución de tareas o memoria entre dispositivos informáticos. El controlador 2320 puede implementarse utilizando una arquitectura de "nada compartido" en la que los datos se almacenan en caché en el worker; en una modalidad, esto puede permitir la escalabilidad del aparato 2300 y/o del dispositivo informático.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un controlador 2320 puede diseñarse y/o configurarse para realizar cualquier método, paso de método o secuencia de pasos de método en cualquier modalidad descrita en esta divulgación, en cualquier

orden y con cualquier grado de repetición. Por ejemplo, un controlador 2320 puede configurarse para realizar un solo paso o secuencia repetidamente hasta que se logre un resultado deseado u ordenado; la repetición de un paso o una secuencia de pasos puede realizarse de manera iterativa y/o recursiva utilizando salidas de repeticiones anteriores como entradas para repeticiones posteriores, agregando entradas y/o salidas de repeticiones para producir un resultado agregado, reducción o disminución de una o más variables tales como variables globales, y/o división de una tarea de procesamiento más grande en un conjunto de tareas de procesamiento más pequeñas abordadas iterativamente. El controlador 2320 puede realizar cualquier paso o secuencia de pasos como se describe en esta divulgación en paralelo, como realizar de manera simultánea y/o sustancialmente simultánea un paso dos o más veces utilizando dos o más subprocesos paralelos, núcleos de procesador o similares; la división de tareas entre subprocesos y/o procesos paralelos se puede realizar de acuerdo con cualquier protocolo adecuado para la división de tareas entre iteraciones. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varias formas en las que los pasos, las secuencias de pasos, las tareas de procesamiento y/o los datos pueden subdividirse, compartirse o tratarse de otro modo mediante iteración, recursión y/o procesamiento paralelo.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un controlador 2320 está conectado comunicativamente a uno o más de una unidad de encendido modular 2316 y un inyector modular 2324. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede estar conectado de forma desmontable a un regulador de presión modular u otros componentes de un aparato 2300. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede estar conectado de forma desmontable a los componentes de un aparato 2300 mediante una conexión cableada o inalámbrica, o cualquier protocolo de red o conexión divulgado en la totalidad de esta divulgación. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede estar conectado de forma desmontable a los componentes del aparato 2300 usando un puerto de comunicación. A los efectos de esta divulgación, un "puerto de comunicación" es una interfaz física en un dispositivo que le permite enviar y recibir datos hacia y desde otros dispositivos o sistemas. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede estar conectado de forma desmontable a los componentes del aparato 2300 usando Ethernet, RS-232, RS-485, bus de red de área de controlador (CAN) o similares. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede estar en comunicación con el uno o más de una unidad de encendido modular 2316 y un inyector modular 2324. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede estar en comunicación con un regulador de presión modular u otros componentes de un aparato 2300. Como ejemplo no taxativo, la comunicación puede incluir comunicación eléctrica, comunicación fluida, comunicación informática, comunicación mecánica y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un controlador 2320 puede estar configurado para recibir al menos una señal de conexión. A efectos de esta divulgación, una "señal de conexión" es una señal que indica una conexión entre los componentes de un aparato. Como ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede recibir al menos una señal de conexión cuando una unidad de encendido modular 2316 está conectada de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304. Como otro ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede recibir al menos una señal de conexión cuando un inyector modular 2324 está conectado de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304. Como ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede recibir al menos una señal de conexión cuando un depósito modular 2312 está conectado de forma desmontable al inyector modular 2324.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en una modalidad, un controlador 2320 puede estar configurado para recibir al menos una señal de conexión desde al menos un sensor. A los efectos de esta divulgación, un "sensor" es un dispositivo que produce una señal de salida con el fin de detectar un fenómeno físico. Por ejemplo, y entre otros, el al menos un sensor puede transducir un fenómeno detectado, tal como, entre otros, temperatura, voltaje, corriente, presión, velocidad, movimiento, luz, humedad y similares, en una señal detectada. El al menos un sensor puede emitir la señal detectada. Como ejemplo no taxativo, el al menos un sensor puede emitir al menos una señal de conexión. El al menos un sensor puede incluir cualquier dispositivo informático, como se describe en la totalidad de esta divulgación y configurado para convertir y/o traducir una pluralidad de señales detectadas en señales eléctricas para su posterior análisis y/o manipulación. Las señales eléctricas pueden incluir señales analógicas, digitales, periódicas o aperiódicas, escalonadas, de impulso unitario, de rampa unitaria, parabólicas, de función de signo, exponenciales, rectangulares, triangulares, sinusoidales o moduladas por ancho de pulso. Cualquier dato capturado por el al menos un sensor puede incluir circuitos, dispositivos informáticos, componentes electrónicos o una combinación de estos que se traducen en al menos una señal electrónica configurada para transmitirse a otro componente electrónico. En una modalidad no taxativa, el al menos un sensor puede incluir una pluralidad de sensores comprendidos en un conjunto de sensores. En una o más modalidades, y entre otros, el al menos un sensor puede incluir una pluralidad de sensores.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, al menos un sensor puede incluir un sensor de proximidad. En algunas modalidades, el sensor de proximidad puede estar configurado para generar al menos una señal de conexión en función de una conexión entre componentes de un aparato 2300. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "sensor de proximidad" es un sensor que está configurado para detectar al menos un fenómeno relacionado con uno de los componentes de un

aparato que está acoplado a otro de los componentes de un aparato. "Acoplar", tal como se utiliza en esta divulgación, es una acción de unir dos o más componentes. En algunas modalidades, los sensores de proximidad se pueden utilizar para detectar la presencia de los componentes del aparato 2300 y pueden enviar al menos una señal de conexión a un controlador 2320 indicando que se ha realizado la conexión. Como ejemplo no taxativo, los componentes del aparato 2300 pueden incluir un conector, adaptador, conductor continuo, sujetador, puerto o similar de un reactor de plasma modular 2304, unidad de encendido modular 2316, inyector modular 2324, depósito modular 2312, controlador 2320, regulador de presión modular y similares. Un sensor de proximidad ejemplar puede incluir cualquier sensor descrito en esta divulgación, incluyendo, entre otros, un interruptor, un sensor capacitivo, un sensor de desplazamiento capacitivo, un sensor de efecto Doppler, un sensor inductivo, un sensor magnético, un sensor óptico (tal como, entre otros, un sensor fotoeléctrico, una fotocélula, un telémetro láser, un dispositivo pasivo de carga acoplada, un sensor infrarrojo térmico pasivo y similares), un sensor de radar, un sensor de reflexión, un sensor de sonar, un sensor ultrasónico, un sensor de fibra óptica, un sensor de efecto Hall y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, al menos un sensor puede incluir un sensor de flujo. A los efectos de esta divulgación, un "sensor de flujo" es un sensor que mide el flujo de un fluido. En una modalidad, el sensor de flujo puede medir un caudal volumétrico. A los efectos de esta divulgación, un "caudal volumétrico" se refiere al volumen de fluido que pasa por un punto de medición durante un período de tiempo. En otra modalidad, el sensor de flujo puede medir un caudal másico. A los efectos de esta divulgación, un "caudal másico" se refiere a la cantidad de masa de fluido que pasa por un punto específico durante un período de tiempo. En algunas modalidades, el sensor de flujo puede estar configurado para medir la velocidad de un flujo. A los efectos de esta divulgación, una "velocidad" de un flujo se refiere a una indicación de qué tan rápido se mueve una sustancia a través de un conducto de un lugar a otro. En algunas modalidades, el sensor de flujo puede estar configurado para medir la distancia de un flujo. A los efectos de esta divulgación, una "distancia" de un flujo se refiere a la distancia que recorre una sustancia durante un período de tiempo. En algunas modalidades, entre otros, el sensor de flujo puede incluir un medidor ultrasónico, un medidor electromagnético, un medidor de vórtice Karman, un medidor de rueda de paletas, un medidor de elemento flotante, un medidor térmico, un medidor de tipos de presión diferencial y similares. Los expertos en la técnica, al revisar la totalidad de esta divulgación, estarán al tanto de varias formas en que se pueden utilizar los pasos, las secuencias de pasos y/o las tareas de procesamiento para detectar el flujo de fluidos para la divulgación.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, al menos un

sensor puede incluir un sensor de fuerza. A los efectos de esta divulgación, un "sensor de fuerza" es un sensor que convierte una carga mecánica, peso, voltaje, compresión o presión de entrada en una señal eléctrica de salida. A modo de ejemplo no taxativo, el sensor de fuerza puede incluir un sensor de fuerza de voltaje, un sensor de fuerza de compresión, un sensor de fuerza de voltaje y compresión, y similares. Como otro ejemplo no taxativo, el sensor de fuerza puede incluir un medidor de voltaje, una celda de carga, un sensor piezoeléctrico, un sensor capacitivo, un sensor magnético y similares. En algunas modalidades, el sensor de fuerza puede configurarse para transformar la presión en una señal eléctrica analógica. En algunas modalidades, el sensor de fuerza puede configurarse para transformar la fuerza en una señal digital.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, al menos un sensor puede incluir un sensor eléctrico. Como se describe en esta divulgación, un "sensor eléctrico" es un dispositivo que está configurado para detectar un parámetro eléctrico asociado con un fenómeno eléctrico. Los sensores eléctricos ejemplares no taxativos incluyen voltímetros, amperímetros, ohmímetros, multímetros, osciloscopios y similares. En algunas modalidades, el al menos un sensor puede incluir otros tipos de sensores para detectar cambios en otros parámetros que pueden indicar si se ha realizado una conexión de componentes de un aparato 2300.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en otra modalidad, un controlador 2320 puede estar configurado para recibir al menos una señal de conexión desde un interruptor. A los efectos de esta divulgación, un "interruptor" es un tipo de componente electrónico o mecánico que está configurado para detectar y gestionar conexiones entre módulos individuales. En algunas modalidades, el interruptor puede estar configurado para detectar la presencia o ausencia de una conexión física entre componentes de un aparato 2300. Como ejemplo no taxativo, los componentes del aparato 2300 pueden estar diseñados con conectores que incluyen el interruptor que detecta cuando un componente del aparato 2300 está conectado físicamente (o conectado de manera desmontable) a otro componente del aparato 2300. Luego, en un ejemplo no taxativo, el interruptor puede enviar al menos una señal de conexión a un controlador 2320 indicando el estado de la conexión.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en otra modalidad, un controlador 2320 puede estar configurado para recibir al menos una señal de conexión desde un protocolo de comunicación electrónica. A los efectos de esta divulgación, un "protocolo de comunicación electrónica" es un conjunto de reglas y estándares que definen cómo los dispositivos electrónicos se comunican entre sí a través de una red o sistema de bus. En algunas modalidades, el protocolo de comunicación electrónica se puede utilizar para detectar y confirmar conexiones entre componentes de un aparato 2300, señales de control entre componentes de un aparato 2300 y el

controlador 2320, y similares. En algunas modalidades, el protocolo de comunicación electrónica puede incluir Modbus, Ethernet/IP, CAN, OLE para control de procesos (OPC), Bluetooth y similares.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un controlador 2320 puede configurarse para analizar varios módulos conectados a un reactor de plasma modular 2304 mediante al menos una señal de conexión. Como ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede analizar varios módulos, tal como, entre otros, una unidad de encendido modular 2316, un inyector modular 2324, un depósito modular 2312, un controlador 2320, un regulador de presión modular, y similares, conectados de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304 en función de al menos una señal de conexión procedente de ellos. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede configurarse para analizar cuál de los componentes del aparato 2300 está conectado al reactor de plasma modular 2304 mediante la al menos una señal de conexión. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede configurarse para controlar la energía de los componentes del aparato 2300 en función de la al menos una señal de conexión. Como ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede alimentar la unidad de encendido modular 2316 una vez que el controlador 2320 recibe la al menos una señal de conexión que indica que la unidad de encendido modular 2316 está conectada de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304. Como otro ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede alimentar al inyector modular 2324 una vez que el controlador 2320 recibe la al menos una señal de conexión que indica que el inyector modular 2324 está conectado de forma desmontable al reactor de plasma modular 2304. Como otro ejemplo no taxativo, el controlador 2320 puede alimentar al regulador de presión modular una vez que el controlador 2320 recibe la al menos una señal de conexión que indica que el regulador de presión modular está conectado de forma desmontable al inyector modular 2324.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un controlador 2320 puede estar en comunicación con una unidad de encendido modular 2316. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede enviar comandos de encendido a la unidad de encendido modular 2316, por ejemplo mediante señales de comando de encendido. "Señal de comando de encendido", tal como se utiliza en esta divulgación, es una señal que representa un comando de encendido. "Comando de encendido", tal como se utiliza en esta divulgación, es una comunicación destinada a una unidad de encendido modular. En algunos casos, el comando de encendido se puede utilizar para afectar el rendimiento de la unidad de encendido modular 2316. Como ejemplo no taxativo, el comando de encendido puede configurarse para controlar la cantidad de energía de la unidad de encendido modular 2316. En algunos casos, el controlador 2320 puede recibir datos de encendido de la unidad de encendido modular 2316, por ejemplo mediante señales de datos de encendido. Tal como se utiliza en esta

divulgación, una "señal de datos de encendido", es una señal que representa datos de encendido. Tal como se utiliza en esta divulgación, "datos de encendido" es información asociada con una unidad de encendido modular. En algunos casos, los datos de encendido pueden representar el rendimiento y/o el funcionamiento de la unidad de encendido modular 2316.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un controlador 2320 puede estar en comunicación con un inyector modular 2324. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede enviar comandos de encendido al inyector modular 2324, por ejemplo mediante señales de comando de inyector. "Señal de comando de inyector", tal como se utiliza en esta divulgación, es una señal que representa un comando de inyector. "Comando de inyector", tal como se utiliza en esta divulgación, es una comunicación destinada a un inyector modular. En algunos casos, el comando de inyector se puede utilizar para afectar el rendimiento del inyector modular 2324. Como ejemplo no taxativo, el comando de inyector puede configurarse para controlar el inyector modular 2324 para dispersar al menos un fluido en uno de una pluralidad de volúmenes de pulverización de fluido. Por ejemplo, y entre otros, el comando de inyector puede configurarse para controlar una o más válvulas del inyector modular 2324 para dispersar al menos un fluido en uno de una pluralidad de volúmenes de pulverización de fluido. Por ejemplo, y entre otros, el comando de inyector puede configurarse para controlar un componente de ajuste de flujo del inyector modular 2324 para dispersar al menos un fluido en uno de una pluralidad de volúmenes de pulverización de fluido. A los efectos de esta divulgación, el "volumen de pulverización de fluido" es la cantidad de fluido que sale de un inyector modular. En algunos casos, el controlador 2320 puede recibir datos de inyector del inyector modular 2324, por ejemplo mediante señales de datos de inyector. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "señal de datos de inyector", es una señal que representa datos de inyector. Tal como se utiliza en esta divulgación, "datos de inyector" es información asociada con una unidad de inyector modular. En algunos casos, los datos de inyector pueden representar el rendimiento y/o el funcionamiento del inyector modular 2324.

Continuando con la referencia a la Figura 23, un controlador 2320 puede estar en comunicación con un regulador de presión modular. En algunas modalidades, el controlador 2320 puede enviar comandos de presión al regulador de presión modular, por ejemplo mediante señales de comando de regulador de presión. "Señal de comando de regulador de presión", tal como se utiliza en esta divulgación, es una señal que representa un comando de regulador de presión. "Comando de regulador de presión", tal como se utiliza en esta divulgación, es una comunicación destinada a un regulador de presión modular. En algunos casos, el comando de regulador de presión se puede utilizar para afectar el rendimiento del regulador de presión modular. Como ejemplo no taxativo, el comando de regulador de presión puede

configurarse para controlar actuadores, tales como, entre otros, un componente de flujo activo, de regulador de presión modular. Por ejemplo, y entre otros, el comando de regulador de presión puede configurarse para controlar una bomba del comando de regulador de presión. En algunos casos, el controlador 2320 puede recibir datos de regulador de presión de regulador de presión modular, por ejemplo mediante señales de datos de regulador de presión. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "señal de datos de regulador de presión" es una señal que representa datos de regulador de presión. Tal como se utiliza en esta divulgación, "datos de regulador de presión" es información asociada con un regulador de presión modular. En algunos casos, los datos de regulador de presión pueden representar el rendimiento y/o el funcionamiento del regulador de presión modular. A continuación se puede encontrar divulgación adicional relacionada con el controlador 2320.

Continuando con la referencia a la Figura 23, en algunas modalidades, un controlador 2320 puede incluir un componente de temporización. A los efectos de esta divulgación, un "componente de temporización" es un dispositivo o sistema utilizado para controlar o sincronizar la temporización de varios procesos u operaciones de componentes de un aparato. En algunas modalidades, el componente de temporización está configurado para regular la temporización del funcionamiento de la una o más de una unidad de encendido modular 2316 y un inyector modular 2324. Como ejemplo no taxativo, el componente de temporización puede controlar la unidad de encendido modular 2316 para suministrar voltajes eléctricos entre electrodos de un reactor de plasma modular 2304 durante un período de tiempo establecido. Como otro ejemplo no taxativo, el componente de temporización puede controlar el inyector modular 2324 para proporcionar al menos un fluido a la región de reacción del reactor de plasma modular 2304 durante el período de tiempo establecido. En algunas modalidades, el período de tiempo establecido puede estar predeterminado. En algunas modalidades, el período de tiempo establecido puede ser determinado e ingresado en el controlador 2320 por un usuario, donde el usuario es cualquier persona que utiliza un aparato 2300. En algunas modalidades, el componente de temporización puede estar configurado para regular la temporización del funcionamiento de un regulador de presión modular. Como otro ejemplo no taxativo, el componente de temporización puede controlar el regulador de presión modular para controlar la presión de al menos un fluido durante el período de tiempo establecido.

Ahora, con referencia a la Figura 24, se ilustra un diagrama de flujo de una modalidad ejemplar de un método 2400 para tratar un medio de cultivo mediante una descarga eléctrica. El método 2400 incluye un paso 2405 de conexión desmontable de una unidad de encendido modular a un reactor de plasma modular, en donde el reactor de plasma modular comprende una carcasa. En algunas modalidades, la unidad de encendido modular puede incluir una bobina inductiva. Esto puede

implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 24, un método 2400 incluye un paso 2410 de conexión desmontable de un inyector modular a un reactor de plasma modular. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 24, un método 2400 incluye un paso 2415 de conexión desmontable de al menos un depósito modular a un inyector modular. En algunas modalidades, el método 2400 puede incluir además la conexión de manera desmontable de un regulador de presión modular a el al menos a un depósito modular. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 24, un método 2400 incluye un paso 2420 de conexión comunicativa de un controlador a una o más de una unidad de encendido modular y un inyector modular. En algunas modalidades, el controlador puede incluir un controlador lógico programable (PLC). En algunas modalidades, el método 2400 puede incluir además recibir, utilizando el controlador, una señal de conexión, en donde la señal de conexión indica una conexión entre un reactor de plasma modular y el uno o más de la unidad de encendido modular, el inyector modular y el regulador de presión modular. En algunas modalidades, el método 2400 puede incluir además controlar, utilizando el controlador, un compresor de baja presión del regulador de presión modular para generar una presión entre 2 bares y 7 bares. En algunas modalidades, el método 2400 puede incluir además regular, mediante un componente de temporización del controlador, la temporización del funcionamiento de la una o más de la unidad de encendido modular y un inyector modular. En algunas modalidades, el método 2400 puede incluir además controlar, utilizando el controlador, la energía a una unidad de encendido modular incorporada de la unidad de encendido modular. En algunas modalidades, el método 2400 puede incluir además controlar, utilizando el controlador, el inyector modular para dispersar al menos un fluido en uno de una pluralidad de volúmenes de pulverización de fluido. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Ahora, con referencia a la Figura 25, se ilustra una modalidad ejemplar de un aparato 2500 para tratar un sustrato 2538 mediante una descarga eléctrica. En algunas modalidades, el aparato 2500 puede ser un reactor de plasma modular de tamaño relativamente pequeño (por ejemplo, apto para colocarlo sobre una encimera) para producir sustancias o mezclas gaseosas y líquidas para diversas áreas de aplicación, tal como fertilizantes, desinfectantes, aerosoles para la eliminación de olores, etc. El aparato 2500 incluye varios equipos conectados comunicativamente entre sí, donde cada equipo está controlado centralmente por un módulo de control, que puede generar y enviar al menos una señal de control para activar o desactivar el movimiento de material (como agua) dentro del aparato 2500. Más concretamente, en algunas modalidades, el aparato 2500 incluye un tanque de suministro de agua

2540 conectado tanto a la cámara de reacción 2530 como al módulo de control 2570, que puede generar una señal de control. La cámara de reacción 2530 puede utilizarse para exponer un sustrato, tal como un alimento, una semilla u otro medio de cultivo, colocado dentro de la cámara de reacción 2530, al plasma. Más concretamente, en algunos aspectos, el sistema y/o aparato pueden generar plasma y/o descargas de plasma sin generar adicionalmente ninguna emisión dañina indeseable.

El tanque de suministro de agua 2540 tiene la línea de nivel 2524 y el depósito 2528 lleno con agua 2520 hasta la línea de nivel 2524. El tanque de suministro de agua 2540 puede reponer (por ejemplo reponer automáticamente) agua al detectar que se está agotando el nivel de agua 2520 por debajo de la línea de nivel 2524. Es decir, más específicamente, el tanque de suministro de agua 2540 puede reponer agua automáticamente extrayendo agua adicional de la fuente de agua 2510, como un fregadero, un depósito u otro recipiente de agua, que esté conectado fluidamente al tanque de suministro de agua 2540 cuando la cantidad de agua disminuye por debajo de la línea de nivel. En consecuencia, a diferencia de algunos dispositivos o sistemas de plasma NTP convencionales que dependen de un suministro de agua estático, el tanque de suministro de agua 2540 puede dimensionarse para permitir su colocación portátil dentro de, por ejemplo, una encimera residencial convencional o una superficie similar sustancialmente plana y rígida. Al detectarse el agotamiento del contenido de agua dentro del tanque de suministro de agua 2540 mediante sensores, láseres u otros dispositivos de detección (no se muestran en la Figura 25), el tanque de suministro de agua 2540 puede, en algunas modalidades, comunicarse electrónicamente con una o más válvulas, bombas, controladores de flujo o similares para iniciar la extracción y transferencia de agua desde la fuente de agua 2510 para reponer automáticamente los niveles de agua dentro del tanque de suministro de agua 2540 hasta la línea de nivel 2524. Como se describe más adelante, los procesos de tratamiento de plasma NTP del sustrato 2538 que utilizan la cámara de reacción 2530 consumen agua dispersada como un rocío desde el inyector 2550 de modo que el agua 2520 contenida dentro del depósito 2528 eventualmente se agotará por debajo de un punto de demarcación preestablecido, como la línea de nivel 2524. En lugar de requerir la reposición manual de agua 2520, como por ejemplo vertiendo agua 2520 en el tanque de suministro de agua 2540, el tanque de suministro de agua 2540 incluye una función de llenado automático que está configurada para reponer agua automáticamente en el tanque de suministro de agua al detectar el agotamiento de agua 2520 por debajo de un umbral predefinido, como la línea de nivel 2524. Es decir, en algunas modalidades, se puede incorporar un sensor (no mostrado en la Figura 25) dentro del tanque de suministro de agua 2540 para detectar el agotamiento de agua 2520 por debajo de la línea de nivel 2524 y comunicarse así con el módulo de control 2570, que puede, en respuesta a la

detección del agotamiento de agua 2520 por debajo de la línea de nivel 2524, generar una señal de control responsable del inicio de la transferencia de agua desde la fuente de agua 2510 al tanque de suministro de agua 2540. En una o más modalidades, la fuente de agua 2510 puede ser, por ejemplo, una fuente de suministro de agua municipal o un depósito a gran escala, tal como un pozo, capaz de suministrar al aparato 2500 suficiente agua para el tratamiento del sustrato 2538 de manera indefinida o según sea necesario. En consecuencia, el inyector 2550 puede configurarse para pulverizar diversas cantidades de agua para generar diversas formas de nieblas, suspensiones, dispersiones y/o similares que incluyen agua, cualquiera o más de los cuales pueden suspenderse en cualquier mezcla de gases que fluyan hacia la cámara de reacción 2530. Después de generar una niebla en la cámara de reacción 2530, se puede proporcionar un voltaje mediante uno o más electrodos, o aplicarlo a través de ambos electrodos, para generar uno o más arcos eléctricos capaces de encender un plasma dentro de la región de reacción 2539.

La cámara de reacción 2530 está conectada al tanque de suministro de agua 2540 e incluye un par de electrodos con un primer electrodo 2531a y un segundo electrodo 2531b posicionado opuesto al primer electrodo, y una región de reacción 2535 definida entre el primer electrodo 2531a y el segundo electrodo 2531b. En algunas modalidades, cada electrodo tiene un extremo proximal y un extremo distal posicionado opuesto al extremo proximal, donde se configura un voltaje eléctrico para ser proporcionado desde el extremo distal. Además, en algunas modalidades, el primer electrodo 2531a puede divergir del segundo electrodo 2531b en un ángulo que puede ser de 12 grados. Además, la región de reacción 2535 puede, en algunas modalidades, incluir arcos eléctricos entre el primer electrodo 2531a y el segundo electrodo 2531b y puede rodear al menos temporalmente el sustrato 2538 en una posición deseada durante el tratamiento. Es decir, el pedestal 2534 y la placa base 2536 pueden soportar el sustrato 2538 para exponer el sustrato 2538 a la región de reacción 2535. El módulo de control 2570 está conectado al menos a la cámara de reacción 2530 y puede generar al menos una señal de control. El aparato 2500 también puede incluir el inyector 2550 que conecta el tanque de suministro de agua 2540 a la cámara de reacción 2530. El inyector 2550 puede generar una dispersión 2554 de gotas de agua microfinas a partir del agua extraída del depósito en respuesta a la señal de control. Además, el aparato 2500 puede incluir una plataforma configurada para soportar al menos la cámara de reacción y reposar sobre una superficie plana.

Operativamente, el par de electrodos puede generar plasma excitando energéticamente el fluido dentro de la región de reacción mediante la descarga eléctrica 2532 desde el primer electrodo 2531a al segundo electrodo 2531b al recibir la señal de control. Al menos un electrodo del par de electrodos comprende un

aislamiento dieléctrico y/o está configurado para proporcionar una voltaje eléctrica. Más particularmente, cuando una diferencia de voltaje entre dos electrodos excede el voltaje de ruptura, se forma una chispa, definida aquí como una descarga eléctrica abrupta que ocurre cuando un campo eléctrico suficientemente alto crea un canal ionizado, eléctricamente conductor a través de un medio normalmente aislante. En este caso, la chispa se forma entre los electrodos para generar plasma. En consecuencia, la exposición del sustrato 2538 al plasma dentro de la región de reacción 2539 trata (tal como mediante "tratamiento con plasma") el sustrato 2538. "Tratamiento con plasma", tal como se utiliza en este documento, es un proceso que puede utilizarse para alterar las características de un material con el objetivo de mejorar la capacidad del material para aceptar un recubrimiento o unirse a otro material.

Además, en algunas modalidades, un conversor (no se muestra en la Figura 25) puede convertir el voltaje eléctrico de una entrada de voltaje de corriente continua (CC) a una salida de voltaje de corriente alterna (CA). En consecuencia, una interfaz de conexión eléctrica puede conectar eléctricamente el conversor a al menos un electrodo de los electrodos dispuestos en la cámara de reacción 2530. En algunos casos, el conversor puede transformar la entrada de voltaje de CC en una descarga de alto voltaje a 10.000 kHz (10 MHz). Además, en una o más modalidades, un sensor (no mostrado en la Figura 25) puede estar dispuesto dentro de la cámara de reacción 2530 cerca del sustrato 2538 para detectar datos de reacción que describen el sustrato 2538 cuando se expone a un plasma generado dentro de la región de reacción. El sensor puede ser de cualquier tipo. Alternativamente, el sensor puede reemplazarse por un conjunto de sensores, al menos uno de los cuales consiste en un sensor de voltaje, un sensor de corriente, un sensor de temperatura, un sensor de humedad y un sensor óptico. Los datos de reacción detectados por el sensor pueden incluir una pluralidad de parámetros de descarga eléctrica, una pluralidad de parámetros de fluido y una pluralidad de parámetros de medio de cultivo.

Además, en algunos aspectos, el módulo de control 2570 puede recibir datos de reacción detectados por el sensor y ajustar al menos un parámetro de tratamiento del aparato en función de los datos de reacción. Más particularmente, ajustar el al menos un parámetro de tratamiento incluye generar un modelo de aprendizaje automático de tratamiento entrenado mediante el entrenamiento de un modelo de aprendizaje automático de tratamiento utilizando datos de entrenamiento de tratamiento. Los datos de entrenamiento de tratamiento pueden incluir datos de reacción, parámetros de tratamiento clasificados y la determinación de al menos un parámetro de tratamiento en función del modelo de aprendizaje automático de tratamiento entrenado.

Ahora, con referencia a la Figura 26, se ilustra un diagrama de flujo de una

modalidad ejemplar de un método 2600 para generar un plasma para el tratamiento de un sustrato dentro de un reactor de plasma. El método 2600 incluye el paso 2605 de proporcionar, mediante una fuente de voltaje, un voltaje eléctrico. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 incluye el paso 2610 de convertir, mediante un conversor, el voltaje eléctrico de una entrada de voltaje de corriente continua (CC) a una salida de corriente alterna (CA). En algunas modalidades, el conversor puede configurarse para la entrada de voltaje de CC en una descarga de alto voltaje a 10.000 kHz (10 MHz). Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 incluye un paso 2615 de conexión, mediante una interfaz de conexión eléctrica, del conversor a al menos un electrodo de un par de electrodos dispuestos en el reactor de plasma eléctricamente, en donde el par de electrodos comprende un primer electrodo y un segundo electrodo. En algunas modalidades, el primer electrodo del al menos un par de electrodos puede estar configurado para divergir del segundo electrodo del al menos un par de electrodos. En algunas modalidades, cada electrodo de al menos un par de electrodos puede incluir un ángulo de inclinación de entre 6 grados y 8 grados. En algunas modalidades, al menos un electrodo del par de electrodos puede incluir un aislamiento dieléctrico. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 incluye el paso 2620 de dispersión de una pluralidad de gotas de agua extraídas de un depósito en un tanque de agua conectado comunicativamente al reactor de plasma en la región de reacción, en donde el depósito almacena una cantidad de agua. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 incluye el paso 2625 de hacer fluir una mezcla gaseosa hacia el reactor de plasma, en donde al menos algunas gotas de agua de la pluralidad de gotas de agua están configuradas para estar suspendidas dentro de la mezcla gaseosa y producir correspondientemente una niebla. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 incluye el paso 2630 de encender el plasma generando una descarga eléctrica desde el primer electrodo al segundo electrodo a través de la niebla en la región de reacción. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 incluye el paso 2635 de tratamiento del sustrato exponiendo el sustrato al plasma durante una duración definida. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 incluye el paso 2640 de reponer la cantidad de agua en el depósito del tanque de agua automáticamente mediante la extracción de agua adicional de una fuente de agua conectada comunicativamente al tanque de agua cuando la cantidad de agua disminuye por debajo de un punto de ajuste definido. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 26, el método 2600 puede incluir los pasos de recibir, por parte del módulo de control, los datos de reacción detectados por el sensor desde el mecanismo de retroalimentación y ajustar, por parte del módulo de control, al menos un parámetro de tratamiento del aparato en función de los datos de reacción. En algunas modalidades, ajustar al menos un parámetro de tratamiento puede incluir entrenar, por parte del módulo de control, un modelo de aprendizaje automático de tratamiento usando datos de entrenamiento de tratamiento, en donde los datos de entrenamiento de tratamiento pueden incluir una pluralidad de datos de reacción como entrada correlacionados con una pluralidad de parámetros de tratamiento como salida y determinar, por parte del módulo de control, al menos un parámetro de tratamiento en función del modelo de aprendizaje automático de tratamiento entrenado. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 27, se describe una modalidad ejemplar de una mezcla de fertilizantes 2700 para uso como medio de cultivo. "Fertilizante", a los efectos de esta divulgación, es una o más sustancias que pueden usarse como medio de cultivo. Tal como se utiliza en esta divulgación, un "medio de cultivo" es una sustancia o material que proporciona nutrientes esenciales y condiciones ambientales para el crecimiento y la proliferación de microorganismos, células o tejidos. En una modalidad, una o más semillas pueden colocarse en el medio de cultivo. Las "semillas", a los efectos de esta divulgación, son un óvulo maduro y fertilizado de una planta con flores (es decir, angiospermas) que contiene una planta embrionaria dentro de una cubierta exterior protectora. Las semillas pueden servir como medio principal de reproducción para muchas especies de plantas, permitiéndoles dispersarse y establecer nuevas plantas. En algunas modalidades, las semillas pueden incluir, entre otros, semillas de cereales (por ejemplo, trigo, arroz, maíz, cebada, avena, mijo y similares), semillas de legumbres (por ejemplo, soja, guisantes, frijoles, lentejas, garbanzos, cacahuets y similares), semillas oleaginosas (por ejemplo, girasol, colza, linaza, sésamo, cártamo y similares), semillas de hortalizas (por ejemplo, tomates, pimientos, pepinos, berenjenas, lechuga, espinacas y similares) y semillas de frutas (por ejemplo, sandía, melón, manzana, cítricos y similares). En tal modalidad, el medio de cultivo puede incluir un entorno rico en nutrientes que proporciona las condiciones esenciales para la germinación y el crecimiento de las semillas. En algunos casos, el medio de cultivo puede

proporcionar factores ambientales como, entre otros, temperatura, nivel de pH, oxígeno y similares necesarios para que la semilla germine y se desarrolle hasta convertirse en una planta sana. En un ejemplo no taxativo, el medio de cultivo puede incluir suelo, donde el suelo puede incluir una mezcla compleja de partículas minerales, materia orgánica, agua, aire, organismos vivos y similares. En otro ejemplo no taxativo, el medio de cultivo puede incluir una mezcla sin suelo o un medio especialmente formulado diseñado para la germinación de semillas y el crecimiento de plantas.

Continuando con la referencia a la Figura 27, la mezcla de fertilizantes 2700 incluye una mezcla reactiva 2704. Una "mezcla reactiva" a los efectos de esta divulgación es una solución que contiene átomos o moléculas que tienen al menos un electrón sin emparejar. Por ejemplo, un anión superóxido con el símbolo O_2^- , puede encontrarse en una mezcla reactiva 2704. La mezcla reactiva 2704 puede incluir moléculas inestables que son altamente reactivas y susceptibles a formar enlaces químicos. La mezcla reactiva 2704 incluye al menos una especie reactiva de oxígeno 2708 y una especie reactiva de nitrógeno 2712. Las "especies reactivas de oxígeno", también conocidas como "ROS", son moléculas inestables formadas a partir de oxígeno molecular (O_2) y son susceptibles de reaccionar con otras moléculas dentro de una solución. Las ROS 2708 pueden incluir peróxidos, superóxido, radicales hidroxilo, peroxinitrito, oxígeno singlete y similares. La reacción del oxígeno molecular puede formar un superóxido que luego se utiliza para crear otras especies reactivas de oxígeno 2708. Las "especies reactivas de nitrógeno" o "RNS", a los efectos de esta divulgación, son compuestos reactivos que son susceptibles a los enlaces químicos creados por superóxidos y óxido nítrico (NO). Las RNS 2712 pueden incluir óxidos nítricos, peroxinitrito, dióxido de nitrógeno, óxido nitroso nitrotirosina, trióxido de dinitrógeno y similares.

En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 incluye especies reactivas de oxígeno y nitrógeno 2712, también conocidas como "RONS". Las RONS son la combinación de oxígeno reactivo y nitrógeno reactivo dentro de una solución. En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 puede incluir agua en donde las especies reactivas están contenidas dentro del agua. En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 puede incluir un líquido en donde las especies reactivas están contenidas dentro del líquido. En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 puede contener una cantidad desproporcionada de las RNS 2712 y/o las ROS 2708 donde cualquiera de las especies reactivas puede estar más concentrada que la otra especie reactiva. En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 incluye un solvato en donde las ROS 2708 y las RNS 2712 están contenidas dentro del solvato. En algunos casos, las ROS 2708 y las RNS 2712 son compuestos gaseosos que están contenidos dentro del solvato. En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 contiene gases ionizados como oxígeno ionizado y nitrógeno ionizado. En algunos casos, las ROS 2708 y las RNS 2712

contienen gases ionizados tal como un superóxido y similares. En algunos casos, las RNS 2712 pueden contener nitrógeno u óxidos nitrosos, donde "óxidos nitrosos" para los fines de esta divulgación son óxidos de nitrógeno tales como NO, NO₂, NO₃ y cualquier otro óxido NO_x en donde X puede ser cualquier número entero distinto de cero. En algunos casos, los óxidos nitrosos pueden ser beneficiosos para el medio de cultivo, ya que este puede absorber el nitrógeno dentro de los óxidos nitrosos. En algunos casos la mezcla fertilizante 2700 puede incluir un gas parcialmente ionizado que consiste en una mezcla de iones, electrones y/o partículas neutras (es decir, átomos y moléculas).

Continuando con la referencia a la Figura 27, la mezcla reactiva 2704 se puede formar utilizando un conjunto de reactor de plasma 2716. El conjunto de reactor de plasma 2716 puede coincidir con un reactor de plasma y/o un reactor de plasma como se describe en este documento. El conjunto de reactor de plasma 2716 puede incluir una cámara de tratamiento configurada para contener un medio de cultivo. El conjunto de reactor de plasma 2716 puede incluir además al menos un depósito configurado para contener al menos un fluido. El conjunto de reactor de plasma 2716 puede incluir además un reactor de plasma. El reactor de plasma puede incluir al menos un par de electrodos que tienen un primer electrodo y un segundo electrodo, en donde el al menos un par de electrodos está configurado para producir una descarga eléctrica en función del al menos un fluido. El reactor de plasma puede incluir además una región de reacción dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo, en donde la región de reacción está configurada para permitir una interacción entre la descarga eléctrica y un medio de cultivo. El reactor de plasma puede incluir además una unidad de encendido conectada eléctricamente a al menos un electrodo del al menos un par de electrodos, en donde la unidad de encendido está configurada para proporcionar un voltaje eléctrico a el al menos un electrodo. En algunos casos, el reactor de plasma puede incluir un inyector en conexión fluida con el al menos un depósito, en donde el inyector está configurado para alimentar al menos un fluido a través de la región de reacción. En algunos casos, el reactor de plasma puede incluir además un regulador de presión configurado para transferir al menos un fluido al inyector. En algunos casos, el al menos un depósito puede incluir un primer depósito configurado para contener un primer fluido, y un segundo depósito configurado para contener un segundo fluido, en donde el primer fluido incluye al menos un gas, y el segundo fluido incluye al menos un líquido. El conjunto de reactor de plasma 2716 se describe con más detalle a continuación. En algunos casos, el conjunto de reactor de plasma 2716 está configurado para recibir gas nitrógeno 2720 y gas oxígeno 2724 y exponer el gas nitrógeno 2720 y el gas oxígeno 2724 a una descarga de plasma, en donde la descarga de plasma es generada por el conjunto de reactor de plasma 2716. En algunos casos, el gas nitrógeno 2720 y el gas oxígeno 2724 se reciben de un

contenedor de combustible separado que tiene gas nitrógeno 2720 y/o gas oxígeno 2724, en donde la mezcla reactiva contiene productos del gas nitrógeno 2720 y del gas oxígeno 2724, tales como las RNS 2712 y las ROS 2708. El conjunto de reactor de plasma 2716 puede incluir una región de reacción dispuesta entre un primer electrodo y un segundo electrodo, en donde la región de reacción está configurada para permitir una interacción entre la descarga eléctrica (es decir, plasma) y un medio de cultivo. Tal como se utiliza en esta divulgación, una "región de reacción" es un área o espacio designado dentro del conjunto de reactor de plasma donde tienen lugar reacciones químicas o físicas específicas. En algunas modalidades, la generación de plasma en la región de reacción puede incluir la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y especies reactivas de nitrógeno (RNS), en donde ambas especies son moléculas altamente reactivas formadas principalmente a través de una interacción de oxígeno molecular (O_2) y nitrógeno molecular (N_2) con especies de alta energía, tal como radicales libres, iones y/o electrones generados a través de una descarga eléctrica como se describió anteriormente. En algunos casos, las ROS pueden incluir, entre otros, superóxido ($O_2^{\cdot-}$), radical hidroxilo ($\cdot OH$), peróxido de hidrógeno (H_2O_2). El plasma puede colisionar con moléculas de O_2 , provocando disociación, ionización o excitación, lo que posteriormente conduce a la formación de ROS a través de reacciones posteriores. En algunos casos, las RNS pueden incluir, entre otros, óxido nítrico ($\cdot NO$), dióxido de nitrógeno ($\cdot NO_2$), peroxinitrito ($ONOO^-$) y similares. El plasma puede colisionar con moléculas de N_2 u otras moléculas que contengan nitrógeno, provocando disociación, ionización o excitación, lo que posteriormente conduce a la formación de RNS a través de reacciones posteriores. En algunos casos, el gas nitrógeno 2720 y el gas oxígeno 2724 se producen a partir de la atmósfera circundante. En algunos casos, el gas nitrógeno 2720 y/o el gas oxígeno 2724 pueden recibirse de cualquier manera que se reciba un fluido y/o una sustancia gaseosa en esta divulgación. En algunos casos, el gas nitrógeno 2720 y el gas oxígeno 2724 se combinan con un fluido para crear una mezcla fluida que contiene el gas nitrógeno y/o el gas oxígeno 2724. En algunos casos, la mezcla fluida puede incluir agua. El conjunto de reactor de plasma 2716 y/o cualquier mezcla reactiva 2704 generada como resultado se describen con más detalle a continuación.

Continuando con la referencia a la Figura 27, la mezcla de fertilizantes 2700 incluye una solución de salmuera oceánica 2728 que tiene una mezcla oceánica filtrada 2732. "Solución de salmuera oceánica", a los efectos de esta divulgación, es un producto de agua oceánica que ha sido modificado o filtrado para su uso en la fertilización de un medio de cultivo. La solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir un producto de agua oceánica en forma fluida y/o en forma sólida. En algunos casos, la solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir agua oceánica con varios depósitos más grandes, como rocas y algas marinas, eliminados. "Mezcla

oceánica", a los efectos de esta divulgación, es agua oceánica sin modificar ni filtrar. La mezcla oceánica 2732 puede incluir una gran porción de agua oceánica, incluidos depósitos como plástico, algas, rocas, basura y/o cualquier depósito que no se encuentre naturalmente en el agua oceánica. En algunos casos, la mezcla oceánica incluye agua oceánica, incluidos todos los depósitos que no se hayan disuelto en ella. Esto puede incluir, por ejemplo, arena, minerales no disueltos de mayor tamaño, cristales de sal, peces, plantas y similares. "Mezcla oceánica filtrada" a los efectos de esta divulgación es una mezcla oceánica 2732 en donde se eliminan los depósitos que pueden ser perjudiciales y/o dañinos para el crecimiento de un medio. En algunos casos, la mezcla oceánica filtrada 2732 puede incluir además una mezcla oceánica 2732 en donde todos los elementos de la mezcla pueden absorberse fácilmente en el suelo, como por ejemplo, una mezcla en donde todos los nutrientes están completamente disueltos dentro de un fluido. En algunos casos, la mezcla oceánica filtrada 2732 puede incluir una mezcla oceánica en donde se eliminan plásticos, microplásticos y otros depósitos no naturales o creados por el hombre. En algunos casos, la mezcla oceánica filtrada 2732 puede incluir una mezcla oceánica 2732 en donde se mueven depósitos no disueltos, tal como minerales no disueltos, rocas, algas y cualquier otro depósito que no se disuelva fácilmente dentro de un líquido. En algunos casos, la mezcla oceánica 2732 se puede filtrar a través de un proceso de filtración en donde la mezcla oceánica 2732 pasa a través de un medio de filtrado, en donde el medio de filtrado está configurado para separar un fluido y cualquier sólido dentro de la mezcla oceánica. Por ejemplo, el medio de filtrado puede configurarse para separar el agua oceánica y cualquier depósito dentro del agua oceánica. En algunos casos, el medio de filtrado puede eliminar contaminantes como virus, bacterias u otros depósitos que puedan dañar el medio de cultivo. En algunos casos, el tamaño del medio de filtrado puede variar: un tamaño mayor permite el paso de partículas o sedimentos más grandes, mientras que un tamaño menor solo permite el paso de fluidos y elementos disueltos en ellos. En algunos casos, el filtrado puede incluir sedimentación en donde los sedimentos dentro de una mezcla oceánica 2732 se depositan en el fondo de un recipiente que contiene la mezcla oceánica, en donde los sedimentos del fondo se eliminan para crear una mezcla oceánica filtrada 2732.

Continuando con la referencia a la Figura 27, la solución de salmuera oceánica 2728 incluye magnesio 2736, azufre 2740, potasio 2744 y calcio 2748. En algunos casos, los minerales descritos anteriormente pueden ya estar contenidos dentro de una mezcla oceánica 2732 que contiene una amplia variedad de minerales. En algunos casos, los minerales descritos anteriormente pueden agregarse a la solución de salmuera oceánica 2728. En algunos casos, se pueden agregar minerales adicionales similares y/o diferentes a la solución de salmuera oceánica 2728. En algunos casos, la solución de salmuera oceánica 2728 contiene salmuera de agua

salada. La salmuera de agua salada es una solución de alta concentración de sal (normalmente cloruro de sodio o cloruro de calcio) en agua. La salmuera de agua salada puede incluir trazas de diversos minerales que normalmente se encuentran en el agua oceánica. Los oligoelementos pueden incluir, entre otros, oxígeno, hidrógeno, cloro, sodio, magnesio, azufre, calcio, potasio, bromo, carbono, estroncio, boro, silicio, flúor, nitrógeno, argón, litio, rubidio, fósforo, yodo, indio, bario, molibdeno, zinc, arsénico, uranio, vanadio, aluminio, hierro, titanio, níquel, cromo y similares. En algunos casos, la salmuera de agua salada puede incluir un factor de concentración de 2:1, en donde la salmuera de agua salada contiene el doble de la cantidad de minerales por área determinada en comparación con la mezcla oceánica 2732. En algunos casos, el factor de concentración puede ser de 4:1. En algunos casos, el factor de concentración puede ser de 10:1.

Continuando con la referencia a la Figura 27, la solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir una mezcla oceánica concentrada 2732. Una "mezcla oceánica concentrada" a los efectos de esta divulgación es una mezcla oceánica que ha sido modificada para tener una mayor cantidad de minerales por unidad en comparación con una mezcla oceánica no concentrada 2732. En un ejemplo no taxativo, la mezcla oceánica 2732 puede contener una concentración de 400 partes por millón (PPM), mientras que la mezcla oceánica concentrada puede contener una concentración de 800 PPM. En otro ejemplo no taxativo, una mezcla oceánica y/o de agua de mar puede contener una concentración de potasio de 380 PPM, mientras que la mezcla oceánica concentrada puede contener una concentración de 400 PPM o mayor. En algunos casos, concentrar la mezcla oceánica 2732 para crear una mezcla oceánica concentrada puede incluir agregar minerales adicionales a una mezcla oceánica existente. En algunos casos, concentrar la mezcla oceánica para crear una mezcla oceánica concentrada puede incluir cualquier proceso de eliminación de agua de la mezcla, mediante el cual los minerales dentro de la mezcla contienen una mayor concentración en un volumen menor. En una modalidad, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una mezcla oceánica que ha pasado por un proceso de evaporación, en donde el agua dentro de la mezcla oceánica se ha evaporado. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede diferenciarse de una mezcla oceánica no concentrada en donde la mezcla oceánica no concentrada no ha pasado por un proceso de evaporación. En una o más modalidades, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una mezcla oceánica no concentrada que ha sido sometida a uno o más procesos para reducir el fluido dentro de la mezcla oceánica no concentrada y, de ese modo, aumentar la concentración de minerales con respecto a la cantidad de fluido presente. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una mayor concentración de sal y/o cualquier otro mineral descrito en esta divulgación. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una mezcla oceánica 2732 que ha sido hervida para

eliminar una porción de agua de la mezcla oceánica 2732. En algunos casos, la mezcla concentrada resultante puede incluir una mezcla oceánica 2732 que tenga una mayor concentración de minerales por unidad cuadrada. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una mezcla oceánica 2732 que se ha filtrado a través de un proceso de desalinización. Un proceso de "desalinización" a los efectos de esta divulgación es un proceso en el que el agua de mar se separa en agua purificada sin sal y minerales que estaban presentes en el agua de mar. La desalinización puede incluir un proceso en el cual la salmuera de agua salada oceánica se fuerza a través de una membrana semipermeable por donde solo puede pasar el agua mientras que se separan los minerales, como el cloruro de sodio, dentro de la mezcla oceánica 2732. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una solución que contiene minerales separados de una mezcla oceánica 2732 y agregados nuevamente a una mezcla oceánica no modificada 2732, creando así una mezcla oceánica concentrada 2732. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir minerales extraídos de la mezcla oceánica 2732 y remezclados en un fluido existente. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una concentración de minerales mayor que la mezcla oceánica original 2732. En algunos casos, la mezcla oceánica concentrada 2732 puede incluir una concentración de minerales mayor que la encontrada dentro del agua oceánica común.

Continuando con la referencia a la Figura 27, en algunos casos la solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir agua dulce. "Agua dulce", a los efectos de esta divulgación, es agua extraída de un lago, min o cualquier otra fuente que pueda ser adecuada para el consumo humano. En algunos casos, el agua dulce puede incluir agua extraída de un lago o de un manantial. En algunos casos, el agua dulce puede incluir agua apta para el consumo humano, como por ejemplo, agua apta para la hidratación de una persona. En algunos casos, el agua dulce puede incluir agua destilada. En algunos casos, el agua dulce puede incluir agua con un valor de pH más alto o más bajo. En algunos casos, el agua dulce puede incluir agua purificada que se ha producido como producto de destilación, desalinización y/o cualquier otro proceso de purificación. En algunos casos, la solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir agua dulce para reducir la concentración de minerales dentro de una mezcla oceánica 2732. En algunos casos, la solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir agua dulce en donde el cloruro de sodio y/o cualquier otra sal pueden reducirse en concentración. En algunos casos, la solución de salmuera oceánica 2728 contiene agua dulce de modo que la solución de salmuera oceánica 2728 contiene la concentración apropiada adecuada para el cultivo de un medio.

Continuando con la referencia a la Figura 27, la mezcla de fertilizantes 2700 puede incluir al menos dos partes de mezcla reactiva 2704 y una parte de solución de salmuera oceánica 2728. Por ejemplo, una parte puede incluir 7985 mililitros (270

onzas líquidas), en donde la mezcla reactiva 2704 puede incluir 592 mililitros (20 onzas líquidas) (dos partes) y la solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir 296 mililitros (10 onzas líquidas) (una parte). En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 puede incluir una concentración más alta de mezcla reactiva 2704 que la solución de salmuera oceánica 2728. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 puede incluir diez partes de una mezcla reactiva 2704 y una parte de solución de salmuera oceánica 2728. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 puede incluir partes iguales de solución de salmuera oceánica 2728 y mezcla reactiva 2704. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes puede incluir 100 partes de mezcla reactiva 2704 y una parte de solución de salmuera oceánica 2728. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 contiene dos o más partes de mezcla reactiva 2704 y una parte de solución salina oceánica 2728.

Continuando con la referencia a la Figura 27, la mezcla de fertilizantes 2700 puede incluir un fluido. Un "fluido" a los efectos de esta divulgación es una sustancia que no tiene forma fija y cede fácilmente a la presión externa. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 puede estar en forma fluida. En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 y/o la solución de salmuera oceánica 2728 son ambos fluidos en donde la mezcla de fertilizantes resultante 2700 es un fluido. En algunos casos, la mezcla reactiva 2704 y/o la solución de salmuera oceánica 2728 pueden incluir un material sólido en donde el material sólido se disuelve en un fluido. Un componente sólido de la mezcla de fertilizantes 2700 se puede disolver en un componente fluido de la mezcla de fertilizantes 2700 en donde un componente puede incluir una mezcla reactiva 2704 o una solución de salmuera oceánica 2728. En algunos casos, la solución de salmuera oceánica 2728 puede incluir un fluido en donde el fluido utilizado dentro del conjunto de reactor de plasma 2716 descrito a continuación puede incluir la solución de salmuera oceánica 2728.

Continuando con la referencia a la Figura 27, la mezcla de fertilizantes 2700 puede ser usada como fertilizante. En un aspecto se describe un método de uso de una mezcla de fertilizantes 2700. El método incluye verter una mezcla de fertilizantes 2700 sobre una planta, en donde la mezcla de fertilizantes 2700 incluye una mezcla reactiva 2704 que contiene una especie reactiva de oxígeno 2708 y una especie reactiva de nitrógeno 2712, y una solución de salmuera oceánica 2728 que tiene una mezcla oceánica filtrada 2732, en donde la solución de salmuera oceánica 2728 incluye además magnesio, azufre, potasio y calcio. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 se puede utilizar para el cultivo de una planta como un árbol, césped, arbustos y similares. En algunos casos, el método incluye diluir la mezcla de fertilizantes 2700 con un fluido de modo que la mezcla de fertilizantes 2700 sea adecuada para el consumo de las plantas. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 se puede verter en un recipiente junto con el suelo, en donde el suelo puede absorber la mezcla de fertilizantes 2700 para absorber los nutrientes

necesarios. En algunos casos, el suelo se sumerge en la mezcla de fertilizantes 2700 durante una hora o más. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 se puede pulverizar sobre una planta. En algunos casos, después de verter la mezcla de fertilizantes 2700 sobre una planta, se puede verter agua fresca para eliminar el exceso de nutrientes que no haya sido absorbido por la planta. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes 2700 se puede mezclar previamente con el suelo antes de colocarla sobre la planta y/o colocar una planta dentro del suelo.

Ahora, haciendo referencia a la Figura 28, se muestra un método de fabricación de una mezcla de fertilizantes. Se describe su uso como medio de cultivo. En el paso 2805, el método 2800 incluye la formación de una mezcla reactiva que tiene una especie reactiva de nitrógeno y una especie reactiva de oxígeno. En algunos casos, la formación de la mezcla reactiva incluye la formación de la mezcla reactiva utilizando un conjunto de reactor de plasma. En algunos casos, la mezcla reactiva incluye gases ionizados. En algunos casos, la especie reactiva de nitrógeno incluye óxidos de nitrógeno. En algunos casos, la formación de la especie reactiva de nitrógeno incluye recibir gas nitrógeno y oxígeno y exponer, mediante el conjunto del reactor de plasma, el gas nitrógeno y el gas oxígeno a una descarga de plasma. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 28, en el paso 2810, el método 2800 incluye filtrar una mezcla oceánica para crear una solución de salmuera oceánica, en donde la solución de salmuera oceánica incluye magnesio, azufre, potasio y calcio. En algunos casos, filtrar la mezcla oceánica incluye concentrarla. La concentración puede incluir aumentar la concentración de minerales dentro de la solución de salmuera oceánica. La concentración puede incluir eliminar parte del fluido de la solución de salmuera oceánica, donde la solución de salmuera oceánica resultante contiene una mayor concentración de minerales dentro de una menor cantidad de líquido. En algunos casos, la concentración puede incluir eliminar una parte de un fluido de una solución de salmuera oceánica mediante destilación o desalinización. En algunos casos, la concentración puede incluir agregar minerales adicionales a la solución de salmuera oceánica. En algunos casos, los minerales adicionales pueden obtenerse mediante un proceso de mineralización mediante el cual se eliminan minerales del agua oceánica. En algunos casos, la filtración de la mezcla oceánica puede incluir eliminar partículas sólidas que no están disueltas en la mezcla oceánica. En algunos casos, la filtración puede incluir eliminar elementos dañinos de la mezcla oceánica que pueden inhibir el crecimiento de un medio de cultivo. En algunos casos, la filtración puede incluir verter una mezcla oceánica a través de un medio de filtrado, donde el medio de filtrado está configurado para eliminar partículas sólidas de la mezcla oceánica. En algunos casos, el filtrado puede incluir un proceso de sedimentación en donde las partículas de la mezcla oceánica caen al fondo de una solución fluida y finalmente son eliminadas. En algunos casos, filtrar la mezcla

oceánica puede incluir además diluirla con agua dulce. El agua dulce puede incluir cualquier agua dulce según se describe en esta divulgación. Esto puede implementarse, sin limitación, como se describe aquí.

Continuando con la referencia a la Figura 28, en el paso 2815, el método 2800 incluye combinar la mezcla reactiva y la solución de salmuera oceánica para crear una mezcla de fertilizantes. En algunos casos, la combinación puede incluir verter una mezcla reactiva en la solución de salmuera oceánica. En algunos casos, la combinación puede incluir mezclar la solución de salmuera oceánica y la mezcla reactiva para crear un producto uniforme. En algunos casos, la combinación puede incluir peinar, utilizando el conjunto del reactor de plasma, las especies reactivas y la solución de salmuera oceánica. En algunos casos, la combinación de la mezcla reactiva y la solución de salmuera oceánica puede incluir combinar al menos dos partes de la mezcla reactiva y una parte de la solución de salmuera oceánica. En algunos casos, el método incluye además modificar el pH de la mezcla de fertilizantes. La modificación puede incluir combinar un fluido y/o componente que tenga un pH diferente al de la mezcla de fertilizantes, en donde la combinación resultante puede hacer que aumente o disminuya el nivel de pH de la mezcla de fertilizantes. Por ejemplo, una solución que tenga un pH más bajo que la mezcla de fertilizantes se puede combinar con la mezcla de fertilizantes para reducir el pH de la mezcla de fertilizantes. En algunos casos, modificar el pH de la mezcla de fertilizantes puede incluir modificar el PEI de la mezcla de fertilizantes para que sea adecuado para el cultivo de un medio de cultivo. En algunos casos, la mezcla de fertilizantes puede incluir una mezcla de mezcla reactiva y solución de salmuera oceánica en donde el pH de la mezcla reactiva y el pH de la solución de salmuera oceánica son diferentes. En algunos casos, la combinación de la solución de salmuera oceánica y la mezcla reactiva puede incluir combinar la mezcla reactiva y la solución de salmuera oceánica para crear una mezcla de fertilizantes con un valor de pH predeterminado. En algunos casos, la mezcla reactiva y la solución de salmuera oceánica pueden contener diferentes cantidades dentro de la mezcla de fertilizantes para crear una solución con un pH específico. Esto puede implementarse, sin limitaciones, como se describe en este documento.

Cabe señalar que cualquiera de los aspectos y modalidades descritos en este documento pueden implementarse fácilmente utilizando una o más máquinas (por ejemplo, uno o más dispositivos informáticos utilizados como dispositivo informático de usuario para un documento electrónico, uno o más dispositivos servidor, como un servidor de documentos, etc.) programadas según las enseñanzas de la presente memoria descriptiva, como será evidente para los expertos en informática. Los programadores expertos pueden preparar fácilmente la codificación de software adecuada basándose en las enseñanzas de la presente divulgación, como será evidente para los expertos en software. Los aspectos y modalidades descritos

anteriormente que emplean software y/o módulos de software también pueden incluir hardware adecuado para facilitar la implementación de las instrucciones ejecutables por máquina del software y/o módulo de software.

Dicho software puede ser un producto de programa informático que utiliza un medio de almacenamiento legible por máquina. Un medio de almacenamiento legible por máquina puede ser cualquier medio que sea capaz de almacenar y/o codificar una secuencia de instrucciones para su ejecución por una máquina (por ejemplo, un dispositivo informático) y que haga que la máquina realice cualquiera de las metodologías y/o modalidades descritas en este documento. Los ejemplos de un medio de almacenamiento legible por máquina incluyen, entre otros, un disco magnético, un disco óptico (por ejemplo, CD, CD-R, DVD, DVD-R, etc.), un disco magnetoóptico, un dispositivo de memoria de solo lectura "ROM", un dispositivo de memoria de acceso aleatorio "RAM", una tarjeta magnética, una tarjeta óptica, un dispositivo de memoria de estado sólido, una EPROM, una EEPROM y cualquier combinación de estos. Un medio legible por máquina, tal como se utiliza en este documento, pretende incluir un medio único así como una colección de medios físicamente separados, como, por ejemplo, una colección de discos compactos o una o más unidades de disco duro en combinación con una memoria de computadora. Tal como se utiliza en el presente documento, un medio de almacenamiento legible por máquina no incluye formas transitorias de transmisión de señal.

Dicho software también puede incluir información (por ejemplo, datos) transportada como una señal de datos en un portador de datos, como una onda portadora. Por ejemplo, la información ejecutable por máquina puede incluirse como una señal portadora de datos incorporada en un portador de datos en el que la señal codifica una secuencia de instrucciones, o parte de esta, para su ejecución por una máquina (por ejemplo, un dispositivo informático) y cualquier información relacionada (por ejemplo, estructuras de datos y datos) que haga que la máquina realice cualquiera de las metodologías y/o modalidades descritas en este documento.

Los ejemplos de un dispositivo informático incluyen, entre otros, un dispositivo de lectura de libros electrónicos, una estación de trabajo informática, una computadora terminal, una computadora servidor, un dispositivo portátil (por ejemplo, una tableta, un teléfono inteligente, etc.), un dispositivo web, un enrutador de red, un interruptor de red, un puente de red, cualquier máquina capaz de ejecutar una secuencia de instrucciones que especifiquen una acción que debe realizar esa máquina y cualquier combinación de estos. En un ejemplo, un dispositivo informático puede incluir y/o estar incluido en un quiosco.

La Figura 29 muestra una representación diagramática de una modalidad de un dispositivo informático en la forma ejemplar de un sistema informático 2900 dentro del cual se puede ejecutar un conjunto de instrucciones para hacer que un sistema

de control realice uno o más de los aspectos y/o metodologías de la presente divulgación. También se contempla que se pueden utilizar múltiples dispositivos informáticos para implementar un conjunto de instrucciones especialmente configurado para hacer que uno o más de los dispositivos realicen uno o más de los aspectos y/o metodologías de la presente divulgación. El sistema informático 2900 incluye un procesador 2904 y una memoria 2908 que se comunican entre sí y con otros componentes a través de un bus 2912. El bus 2912 puede incluir cualquiera de varios tipos de estructuras de bus, incluidos, entre otros, un bus de memoria, un controlador de memoria, un bus periférico, un bus local y cualquier combinación de estos, utilizando cualquiera de una variedad de arquitecturas de bus.

El procesador 2904 puede incluir cualquier procesador adecuado, tal como, entre otros, un procesador que incorpora circuitos lógicos para realizar operaciones aritméticas y lógicas, tal como una unidad aritmética y lógica (ALU), que puede ser regulada con una máquina de estados y dirigida por entradas operacionales de memoria y/o sensores; el procesador 2904 puede estar organizado de acuerdo con la arquitectura de Von Neumann y/o Harvard como un ejemplo no taxativo. El procesador 2904 puede incluir, incorporar y/o estar incorporado, entre otros, en un microcontrolador, microprocesador, procesador de señal digital (DSP), matriz de puertas programables en campo (FPGA), dispositivo lógico programable complejo (CPLD), unidad de procesamiento gráfico (GPU), GPU de propósito general, unidad de procesamiento tensorial (TPU), procesador de señal analógica o mixta, módulo de plataforma confiable (TPM), una unidad de punto flotante (FPU) y/o un sistema en un chip (SoC).

La memoria 2908 puede incluir varios componentes (por ejemplo, medios legibles por máquina) que incluyen, entre otros, un componente de memoria de acceso aleatorio, un componente de solo lectura y cualquier combinación de estos. En un ejemplo, un sistema básico de entrada/salida 2916 (BIOS), que incluye rutinas básicas que ayudan a transferir información entre elementos dentro del sistema informático 2900, como por ejemplo durante el inicio, puede almacenarse en la memoria 2908. La memoria 2908 también puede incluir (por ejemplo, almacenadas en uno o más medios legibles por máquina) instrucciones (por ejemplo, software) 2920 que incorporan uno o más de los aspectos y/o metodologías de la presente divulgación. En otro ejemplo, la memoria 2908 puede incluir además cualquier número de módulos de programa que incluyen, entre otros, un sistema operativo, uno o más programas de aplicación, otros módulos de programa, datos de programa y cualquier combinación de estos.

El sistema informático 2900 también puede incluir un dispositivo de almacenamiento 2924. Los ejemplos de un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, el dispositivo de almacenamiento 2924) incluyen, entre otros, una unidad de disco duro, una

unidad de disco magnético, una unidad de disco óptico en combinación con un medio óptico, un dispositivo de memoria de estado sólido y cualquier combinación de estos. El dispositivo de almacenamiento 2924 puede estar conectado al bus 2912 mediante una interfaz apropiada (no se muestra). Los ejemplos de interfaces incluyen, entre otros, SCSI, conexión de tecnología avanzada (ATA), ATA serial, bus serial universal (USB), IEEE 1394 (FIREWIRE) y cualquier combinación de estas. En un ejemplo, el dispositivo de almacenamiento 2924 (o uno o más componentes de este) puede estar interconectado de manera desmontable con el sistema informático 2900 (por ejemplo, a través de un conector de puerto externo (no mostrado)). En particular, el dispositivo de almacenamiento 2924 y un medio legible por máquina asociado 2928 pueden proporcionar almacenamiento no volátil y/o volátil de instrucciones legibles por máquina, estructuras de datos, módulos de programa y/u otros datos para el sistema informático 2900. En un ejemplo, el software 2920 puede residir, completa o parcialmente, dentro del medio legible por máquina 2928. En otro ejemplo, el software 2920 puede residir, completa o parcialmente, dentro del procesador 2904.

El sistema informático 2900 también puede incluir un dispositivo de entrada 2932. En un ejemplo, un usuario de sistema informático 2900 puede ingresar comandos y/u otra información en el sistema informático 2900 a través del dispositivo de entrada 2932. Los ejemplos de un dispositivo de entrada 2932 incluyen, entre otros, un dispositivo de entrada alfanumérico (por ejemplo, un teclado), un dispositivo señalador, una palanca de mando, un mando, un dispositivo de entrada de audio (por ejemplo, un micrófono, un sistema de respuesta de voz, etc.), un dispositivo de control del cursor (por ejemplo, un mouse), un panel táctil, un escáner óptico, un dispositivo de captura de video (por ejemplo, una cámara fija, una cámara de video), una pantalla táctil y cualquier combinación de estos. El dispositivo de entrada 2932 se puede conectar al bus 2912 a través de cualquiera de una variedad de interfaces (no mostradas) que incluyen, entre otras, una interfaz serial, una interfaz paralela, un puerto de juego, una interfaz USB, una interfaz FIREWIRE, una interfaz directa al bus 2912 y cualquier combinación de estas. El dispositivo de entrada 2932 puede incluir una interfaz de pantalla táctil que puede ser parte o estar separada del dispositivo de visualización 2936, que se analiza más adelante. El dispositivo de entrada 2932 puede utilizarse como un dispositivo de selección de usuario para seleccionar una o más representaciones gráficas en una interfaz gráfica como se describió anteriormente.

Un usuario también puede ingresar comandos y/u otra información al sistema informático 2900 a través del dispositivo de almacenamiento 2924 (por ejemplo, una unidad de disco desmontable, una unidad flash, etc.) y/o el dispositivo de interfaz de red 2940. Se puede utilizar un dispositivo de interfaz de red, tal como el dispositivo de interfaz de red 2940, para conectar el sistema informático 2900 a una o más de una variedad de redes, tal como la red 2944, y uno o más dispositivos remotos 2948

conectados a esta. Los ejemplos de un dispositivo de interfaz de red incluyen, entre otros, una tarjeta de interfaz de red (por ejemplo, una tarjeta de interfaz de red móvil, una tarjeta LAN), un módem y cualquier combinación de estos. Los ejemplos de una red incluyen, entre otros, una red de área amplia (por ejemplo, Internet, una red empresarial), una red de área local (por ejemplo, una red asociada con una oficina, un edificio, un campus u otro espacio geográfico relativamente pequeño), una red telefónica, una red de datos asociada con un proveedor de teléfono/voz (por ejemplo, una red de datos y/o voz de un proveedor de comunicaciones móviles), una conexión directa entre dos dispositivos informáticos y cualquier combinación de estos. Una red, tal como la red 2944, puede emplear un modo de comunicación cableado y/o inalámbrico. En general, se puede utilizar cualquier topología de red. La información (por ejemplo, datos, software 2920, etc.) puede comunicarse hacia y/o desde el sistema informático 2900 a través del dispositivo de interfaz de red 2940.

El sistema informático 2900 puede incluir además un adaptador de pantalla de vídeo 2952 para comunicar una imagen visualizable a un dispositivo de visualización, tal como el dispositivo de visualización 2936. Los ejemplos de un dispositivo de visualización incluyen, entre otros, una pantalla de cristal líquido (LCD), un tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de plasma, una pantalla de diodo emisor de luz (LED) y cualquier combinación de estos. El adaptador de pantalla 2952 y el dispositivo de pantalla 2936 pueden utilizarse en combinación con el procesador 2904 para proporcionar representaciones gráficas de aspectos de la presente divulgación. Además de un dispositivo de visualización, el sistema informático 2900 puede incluir uno o más dispositivos de salida periféricos que incluyen, entre otros, un altavoz de audio, una impresora y cualquier combinación de estos. Dichos dispositivos de salida periféricos pueden conectarse al bus 2912 a través de una interfaz periférica 2956. Los ejemplos de una interfaz periférica incluyen, entre otros, un puerto serie, una conexión USB, una conexión FIREWIRE, una conexión paralela y cualquier combinación de estas.

Lo que antecede es una descripción detallada de las modalidades ilustrativas de la invención. Se pueden realizar diversas modificaciones y adiciones sin alejarse del espíritu y alcance de esta invención. Las características de cada una de las diversas modalidades descritas anteriormente se pueden combinar con características de otras modalidades descritas según sea apropiado para proporcionar una multiplicidad de combinaciones de características en nuevas modalidades asociadas. Además, si bien lo anterior describe una serie de modalidades separadas, lo descrito aquí es meramente ilustrativo de la aplicación de los principios de la presente invención. Además, aunque métodos particulares aquí descritos pueden ilustrarse y/o describirse como realizados en un orden específico, el orden es altamente variable dentro de la técnica habitual para lograr métodos, sistemas y software de acuerdo con la presente divulgación. Por consiguiente, esta descripción debe tomarse

únicamente a modo de ejemplo y no debe limitar de otro modo el alcance de esta invención.

Se han descrito anteriormente modalidades ejemplares que se ilustran en los dibujos adjuntos. Será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversos cambios, omisiones y adiciones a lo que se divulga específicamente en el presente documento sin desviarse del espíritu y alcance de la invención.