

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 707**

51 Int. Cl.:

G01N 33/02 (2006.01)

G01N 21/64 (2006.01)

G01N 21/85 (2006.01)

F17D 3/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2015 PCT/US2015/031597**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15179413**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2015 E 15796629 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2023 EP 3146328**

54 Título: **Gestión de pérdida de producción de producto**

30 Prioridad:

21.05.2014 US 201414283785

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

06.06.2023

73 Titular/es:

**ECOLAB USA INC. (100.0%)
1 Ecolab Place
St. Paul, MN 55102, US**

72 Inventor/es:

**FERNHOLZ, PETER J.;
ERICKSON, ANTHONY y
BANKS, RODNEY H.**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 942 707 T3

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

DESCRIPCIÓN

Gestión de pérdida de producción de producto

5 Campo técnico

Esta descripción se refiere a la monitorización y control de fluidos y, más especialmente, a la monitorización y control de fluidos para la gestión de pérdida de producción de producto.

10 Antecedentes de la invención

En la industria de alimentos y bebidas, puede transportarse una variedad de productos líquidos y líquidos intermedios a través de una instalación de producción antes de ser envasados y suministrados a un consumidor final. En la industria láctea, por ejemplo, la leche en estado líquido se obtiene de animales y se transporta de forma típica mediante camión cisterna a una central lechera local. Al llegar a la central lechera, la leche se descarga del camión cisterna y se envía para su procesamiento o almacenamiento. Durante el procesamiento, la leche puede separarse en nata y leche desnatada, evaporarse, pasteurizarse, homogeneizarse o procesarse de cualquier otra forma para producir varios productos lácteos deseados. En algunos casos, la leche procesada se envía a una estación de llenado al final del proceso de producción en donde la leche se dispensa en recipientes de tamaño de consumo adecuados para la venta en una tienda de comestibles u otro minorista.

A lo largo del proceso de producción, la leche sin procesar y sus derivados (p. ej., nata, leche desnatada) pueden transportarse entre diferentes depósitos de almacenamiento y equipos de procesamiento a través de tuberías que se extienden a lo largo de la central lechera. Al final de un proceso de transferencia, cuando la mayor parte del líquido ha pasado de un lugar a otro lugar, puede aplicarse un líquido de enjuague a través de las tuberías para empujar cualquier producto residual en las tuberías a el lugar de destino. Por ejemplo, es posible enjuagar con agua las tuberías para empujar la leche sin procesar a través de las tuberías hasta el lugar de destino, aumentando la producción al recuperar el volumen de leche que, de otro modo, permanecería en las tuberías al final de la transferencia.

La práctica actual en las centrales lecheras es de forma típica enjuagar las tuberías con agua durante un período de tiempo establecido y detener el enjuague cuando se cumple el tiempo. Se pretende de forma general que el tiempo sea lo suficientemente prolongado como para enjuagar la mayor parte del producto lácteo residual a través de las tuberías sin enviar una cantidad excesiva de agua al lugar de destino. Puede tolerarse cierta cantidad de agua en el producto final, siempre que el agua no diluya excesivamente el producto. Normalmente, se desecha cualquier producto lácteo que permanece en las tuberías después de finalizar el enjuague.

En la práctica, el tiempo de enjuague objetivo para una longitud particular de tuberías puede no maximizar la recuperación del producto de las tuberías evitando al mismo tiempo la dilución excesiva del producto. Por ejemplo, el tiempo de enjuague apropiado puede variar con el cambio de la longitud de las tuberías, la composición del producto y/o la composición del líquido de enjuague. Además, incluso cuando el tiempo de enjuague objetivo es apropiado, una distracción del operario puede impedir que se cumpla el tiempo de enjuague previsto.

El documento WO2013113793 describe una línea de procesamiento de líquidos. Cuando se cambia de un producto a otro, se recogerá la mayor cantidad posible del producto en la línea. Para recoger el producto, se hace fluir agua en las tuberías. Por lo tanto, el agua se mezcla con el producto, formando una mezcla de producto y agua, denominada fase de mezcla. La cantidad de producto en la fase de mezcla se determina mediante mediciones. Siempre que la cantidad de producto esté por encima de un umbral determinado, esta se devuelve al sistema. Cuando la cantidad de producto está por debajo del umbral, se lleva a un desagüe.

50 Resumen

En general, esta descripción se refiere a la monitorización de fluidos y al control de líquido de enjuague basándose en una característica monitorizada del fluido. Durante la fabricación y el procesamiento de diversos productos líquidos, los productos líquidos pueden transportarse desde un lugar en una instalación de procesamiento a otro lugar a través de conductos de fluido y también a través de diversos componentes de equipo de procesamiento. Por ejemplo, en la industria de alimentos y bebidas, un producto líquido destinado a consumo humano puede, en diferentes momentos, mantenerse en un depósito de almacenamiento, pasar a través de un evaporador y/o un reactor, ser transportado a través de una estación de embotellado o de llenado, y moverse de otro modo por la instalación de procesamiento a través de conductos de fluido. Cuando se transfiere una cantidad de líquido entre lugares en una instalación de procesamiento, de forma típica permanece líquido residual en las líneas de transferencia de fluido al final del proceso de transferencia. Esto puede ocurrir cuando una bomba que transfiere la cantidad de líquido se queda sin líquido de origen que llevar a la bomba y descargar a presión a través de las líneas de transferencia de fluido a un lugar de destino corriente abajo. Para ayudar a evitar que el líquido residual que permanece en las líneas de transferencia de fluido se desperdicie, puede impulsarse un líquido de enjuague a través de las líneas de transferencia de fluido después de que el líquido de producto haya sido transportado al lugar de destino corriente abajo. El líquido de enjuague

puede empujar el líquido de producto que permanece en las líneas de transferencia de fluido al final del proceso de transferencia hacia el lugar de destino corriente abajo, aumentando la recuperación del líquido de producto.

Para ayudar a controlar el líquido de enjuague, el fluido que pasa a través de una línea de transferencia de fluido puede analizarse de forma fluorométrica para determinar una concentración de producto en el fluido. Por ejemplo, si el lugar de destino corriente abajo es un depósito de almacenamiento o un componente de equipo de procesamiento, el fluido puede extraerse de una línea de transferencia de fluido adyacente al lugar de destino corriente abajo y analizarse de forma fluorométrica para determinar la concentración de producto en el fluido antes de que llegue al lugar de destino. Al iniciar el proceso de enjuague, el líquido que se empuja al lugar de destino corriente abajo puede estar compuesto por completo por el líquido de producto que permanece en el tiempo de transferencia de fluido. A medida que el líquido de enjuague continúa empujando el líquido de producto residual a través de la línea de transferencia, el líquido que se empuja al lugar de destino corriente abajo puede presentar una concentración progresivamente decreciente del líquido de producto y una concentración progresivamente creciente de líquido de enjuague hasta que el líquido que fluye al lugar de destino se compone completamente de líquido de enjuague.

Para evitar que fluya demasiado líquido de enjuague al lugar de destino corriente abajo (o, en otros ejemplos, cualquier cantidad de líquido de enjuague), se analiza el líquido que fluye al lugar de destino corriente abajo de forma fluorométrica para determinar una concentración de líquido de producto en el flujo de fluido. Por ejemplo, es posible emitir luz al fluido para provocar que las moléculas orgánicas en el fluido generen emisiones fluorescentes. La magnitud y/o longitud de onda de las emisiones fluorescentes puede corresponder a la concentración del producto en el fluido. En algunos ejemplos, el flujo de líquido de enjuague termina cuando la concentración determinada de forma fluorométrica del líquido de producto que fluye al lugar de destino corriente abajo cae por debajo de una concentración umbral. Esto puede indicar que el líquido de enjuague, si se deja que siga fluyendo, puede diluir excesivamente el líquido de producto.

La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Se describe un método que incluye enjuagar un líquido de producto a través de un conducto de fluido con un líquido de enjuague. El método incluye analizar de forma fluorométrica el fluido que fluye a través del conducto de fluido para determinar una concentración de producto en el fluido y controlar el líquido de enjuague basándose en la concentración determinada del producto en el fluido.

Se describe un sistema que incluye un depósito de fluido, una fuente de líquido de producto, una fuente de líquido de enjuague, un sensor óptico y un controlador. El depósito de fluido tiene una entrada configurada para su conexión a un conducto de fluido. La fuente de líquido de producto está configurada para su transporte a través del conducto de fluido y al depósito de fluido a través de la entrada. La fuente de líquido de enjuague está configurada para su transporte a través del conducto de fluido después del líquido de producto. El sensor óptico está configurado para analizar de forma fluorométrica el fluido que fluye a través del conducto de fluido. El controlador está configurado para recibir datos fluorométricos del sensor óptico y determinar a partir de los mismos una concentración de producto en el fluido, y controlar el líquido de enjuague basándose en la concentración determinada del producto en el fluido.

Los detalles de uno o más ejemplos se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción más abajo. Otras características, objetos y ventajas serán evidentes a partir de los dibujos y la descripción y de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una ilustración de un sistema ilustrativo en donde el fluido puede analizarse de forma fluorométrica para controlar una operación de enjuague.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques de un sensor óptico ilustrativo que puede utilizarse en el sistema de la Fig. 1.

La Fig. 3 es un diagrama de flujo de bloques de una técnica ilustrativa para realizar una operación de enjuague.

La Fig. 4 es un gráfico que muestra respuestas ópticas ilustrativas de diferentes líquidos de producto ilustrativos.

La Fig. 5 es un gráfico que muestra respuestas ópticas ilustrativas para varias soluciones de leche que tienen diferentes concentraciones de leche.

La Fig. 6 es un gráfico que muestra una respuesta óptica ilustrativa de una solución de leche cada vez más diluida.

Descripción detallada

La descripción se refiere, de forma general, a la monitorización fluorométrica de un flujo de fluido que incluye líquido de producto residual que es empujado por un líquido de enjuague, permitiendo que el líquido de producto residual se recoja para su posterior uso o venta en vez de ser desechado. Inicialmente, el líquido de producto pasa a través de un conducto de fluido a un lugar de destino corriente abajo. Puede utilizarse una bomba u otro dispositivo de presurización de fluido para presurizar el líquido de producto y transportar el líquido de un lugar de origen al lugar de destino. Cuando se ha transportado un volumen adecuado de líquido de producto al lugar de destino, el dispositivo de

presurización de fluido puede dejar de suministrar líquido de producto adicional al lugar de destino. Esto puede dejar el conducto de fluido que se extiende entre el lugar de origen y el lugar de destino lleno de líquido de producto residual.

Para evacuar el líquido de producto residual del conducto de fluido, se hace pasar un líquido de enjuague a través del conducto de fluido. El líquido de enjuague puede ser un líquido que tiene una composición diferente a la del líquido de producto alojado en el conducto de fluido. El líquido de enjuague puede entrar en el conducto de fluido en el lugar de origen o adyacente a la misma y dirigirse hacia el lugar de destino. La fuerza del líquido de enjuague entrante puede empujar el líquido de producto residual en el conducto de fluido hacia el lugar de destino, evacuando el líquido de producto del conducto.

En algunos ejemplos, el líquido que fluye a través del conducto de fluido bajo la fuerza del líquido de enjuague presurizado se analiza de forma fluorométrica para determinar una concentración del líquido de producto en el flujo de líquido general. El líquido de producto puede emitir emisiones fluorescentes en respuesta a la recepción de longitudes de onda de luz apropiadas, mientras que el líquido de enjuague puede no emitir emisiones fluorescentes en estas longitudes de onda. De forma alternativa, el líquido de producto puede no emitir emisiones fluorescentes, mientras que el líquido de enjuague emite emisiones fluorescentes. En cualquier caso, puede determinarse una concentración del líquido de producto en una muestra mixta que contiene tanto líquido de producto como líquido de enjuague basándose en la magnitud y/o longitud de onda de las emisiones fluorescentes emitidas desde la muestra. Por ejemplo, las moléculas presentes de forma natural en el líquido de producto pueden emitir fluorescencia en respuesta a la luz emitida, lo que permite cuantificar la concentración del líquido de producto sin añadir una molécula indicadora fluorescente artificial al fluido. Conociendo la concentración del líquido de producto en el fluido que pasa a través del conducto, puede enjuagarse el conducto de fluido hasta que la concentración caiga por debajo de un nivel umbral. Este nivel umbral puede indicar que se ha recuperado una cantidad adecuada de líquido de producto del conducto de fluido y, si el líquido de enjuague no se detiene o se desvía, el enjuague continuo puede diluir el líquido de producto por debajo de una concentración deseada.

La Fig. 1 es una ilustración de un sistema ilustrativo 10 en el que un líquido de producto se transporta a través de equipo de procesamiento seguido de un líquido de enjuague para enjuagar el líquido de producto residual del equipo. El sistema 10 incluye un dispositivo 12 de presurización de fluido (también denominado en la presente memoria con fines ilustrativos “bomba 12”) conectado de forma fluida a una fuente 14 de líquido de producto. La bomba 12 absorbe líquido 14 de producto en un lado de succión de la bomba, presuriza el fluido dentro de la bomba y descarga el fluido a una presión elevada en el conducto 16 de fluido. El conducto 16 de fluido está conectado a una entrada 18 de un depósito 20 de fluido y transporta un fluido presurizado de la bomba al depósito. El depósito 20 de fluido puede recibir el líquido 14 de producto y contener el líquido, por ejemplo, para su uso en etapas de procesamiento posteriores, para ser envasado, comercializado, o similares. Un sensor óptico 22 recibe fluido que fluye a través del conducto 16 y analiza ópticamente el fluido, p. ej., para determinar una concentración de líquido de producto en el flujo de fluido. El sensor óptico 22 se ilustra dispuesto antes de la entrada 18 del depósito 20 de fluido, de modo que el sensor óptico pueda determinar la concentración de líquido de producto en el fluido que fluye a través del conducto 16 antes de que el fluido entre en el depósito.

El sistema 10 de la Fig. 1 también incluye una fuente 24 de líquido de enjuague conectada de forma fluida al depósito 20 de fluido a través de la bomba 12 y el conducto 16 de fluido. Durante el funcionamiento del sistema 10, el líquido de producto puede ser transportado de la fuente 14 de líquido de producto a través del conducto 16 al depósito 20 de fluido. La bomba 12 puede funcionar para transferir líquido de producto desde la fuente 14 al depósito 20 de fluido hasta que, por ejemplo, la fuente esté sustancialmente vacía y/o el depósito esté lleno con una cantidad deseada de líquido de producto. En este punto, durante el funcionamiento, la bomba 12 puede dejar de funcionar, dejando el conducto 16 de fluido lleno de líquido de producto residual. Para ayudar a evitar que el líquido de producto residual que permanece en el conducto 16 de fluido se deseche, la bomba 12 puede comenzar a absorber líquido de enjuague desde la fuente 24 de líquido de enjuague y bombear el líquido de enjuague a través del conducto 16 de fluido hacia el depósito 20 de fluido. La fuerza del líquido de enjuague presurizado que se mueve a través del conducto 16 de fluido puede empujar el líquido de producto residual en el conducto 16 de fluido hacia el depósito 20 de fluido y a su interior. De esta forma, el líquido fluido 24 puede ayudar a aumentar la recuperación o la producción de producto transferido desde la fuente 14 al depósito 20.

El sistema 10 se ilustra incluyendo una variedad de válvulas (26, 28, 30) y conductos de fluido que controlan el movimiento de fluidos a través del sistema. Un controlador 32 gestiona el funcionamiento general del sistema 10. El controlador 32 puede estar acoplado de forma comunicativa a varios componentes dentro del sistema 10, por ejemplo, a través de una conexión por cable o inalámbrica, para enviar y recibir señales de control electrónicas e informáticas entre el controlador 32 y los componentes acoplados de forma comunicativa. Por ejemplo, el controlador 32 puede activar electrónicamente las válvulas (26, 28, 30) para abrir/cerrar las válvulas y controlar la bomba 12 para controlar el movimiento de fluido a través del sistema. El controlador 32 también puede controlar el sensor óptico 22 para analizar ópticamente el fluido que se mueve a través del sistema y determinar una concentración de producto en el mismo.

Aunque la Fig. 1 ilustra una disposición particular de un sistema en donde se analiza fluido de forma fluorométrica para controlar un líquido de enjuague, debe entenderse que esto es solo un ejemplo. La descripción no se limita a un

sistema que tenga cualquier configuración particular, mucho menos la configuración particular de la Fig. 1. En distintos ejemplos, el sistema 10 puede no incluir la bomba 12 pero, en cambio, puede transportar líquido desde fuentes de fluido presurizado, tal como cuando la fuente 14 de líquido de producto es un camión cisterna a presión y la fuente 24 de líquido de enjuague es agua de una toma de agua presurizada. Como otro ejemplo, el conducto 16 de fluido en el sistema 10 puede no estar conectado al depósito 20 de fluido pero, en cambio, puede estar conectado a un componente diferente de equipo de proceso, tal como un evaporador, condensador, estación de envasado u otro tipo de equipo de proceso adicional. El sistema 10 puede incluir características adicionales o distintas, como apreciarán los expertos en la técnica.

El sistema 10 puede implementarse para ayudar a controlar el procesamiento de cualquier líquido de producto deseado. Industrias ilustrativas que pueden utilizar el sistema 10 incluyen la industria alimentaria, la industria de bebidas, la industria farmacéutica, la industria química y la industria de purificación de agua. En el caso de la industria de alimentos y bebidas, el líquido 14 de producto que se procesa en el sistema 10 y transportado a través del conducto 16 de fluido puede incluir, aunque no de forma limitativa, productos lácteos tales como leche sin procesar, leche entera y desnatada, leche condensada, nata, suero y derivados de suero, suero de mantequilla, soluciones de lactosa y ácido láctico; soluciones de proteína, tales como aislado de proteína de soja, suero de soja, levadura de nutrientes y levadura de forraje, y huevo entero; zumos de fruta tales como de naranja y otros zumos de cítricos, zumo de manzana y otros zumos de tipo manzana, zumo de bayas rojas, leche de coco (p. ej., leche de coco condensada) y zumos de fruta tropical; zumos de verduras tales como zumo de tomate, zumo de remolacha, zumo de zanahoria y zumo de hierba; productos de almidón tales como glucosa, dextrosa, fructosa, isomerosa, maltosa, jarabe de almidón y dextrina; azúcares tales como azúcar líquido, azúcar refinado blanco, agua dulce e insulina; extractos tales como extractos de café y té, extracto de lúpulo, extracto de malta, extracto de levadura, pectina y extractos de carne y hueso; hidrolizados tales como hidrolizado de suero, condimentos para sopa, hidrolizado de leche e hidrolizado de proteínas; bebidas fermentadas, tales como cerveza y licor alcohólico, cerveza sin alcohol y mosto; alimentos para bebés (p. ej., fórmula para lactantes), claras de huevo, huevo líquido, lisina para alimentos para animales, polioles, aceites de semillas, y polvos condensados y extractos de carne.

En algunos ejemplos, el líquido 14 de producto incluye un compuesto policíclico y/o una molécula de benceno que tiene uno o más grupos donadores de electrones sustituyentes tal como, p. ej., -OH, -NH₂ y -OCH₃, que pueden presentar características fluorescentes. Estas moléculas pueden estar presentes de forma natural dentro del líquido 14 de producto y pueden emitir emisiones fluorescentes en respuesta a la recepción de una longitud de onda de luz apropiada. Por ejemplo, el líquido 14 de producto puede contener moléculas fluorescentes que se forman durante el cultivo y/o el crecimiento del líquido de producto, o un precursor de las mismas, y no se añaden artificialmente con el propósito de proporcionar un indicador fluorescente.

En general, el líquido 24 de enjuague puede ser un fluido que funciona para enjuagar equipos (p. ej., el conducto 16 de fluido) dentro del sistema 10 y desplaza el líquido 14 de producto que permanece en los equipos. Esto puede ayudar a recuperar el líquido de producto residual atrapado dentro del equipo de proceso empujándolo a un lugar corriente abajo (p. ej., el depósito 20 de fluido) y también a preparar el equipo para procesar un lote posterior de fluido. El líquido 24 de enjuague puede ser cualquier líquido que tenga una composición distinta a la del líquido 14 de producto. En un ejemplo, el fluido 24 de enjuague es agua (p. ej., puede consistir o consiste esencialmente en agua). Cuando el fluido 24 de enjuague es agua, el agua puede suministrarse como agua dulce procedente de una toma de agua presurizada u otra fuente adecuada. En otros ejemplos, el líquido 24 de enjuague puede contener los mismos compuestos químicos que el líquido 24 de producto, pero en una concentración diferente a la presente en el líquido de producto. Por ejemplo, en casos en los que el líquido 14 de producto es un producto lácteo (p. ej., nata, leche entera), el líquido 24 de enjuague puede ser otro producto lácteo (p. ej., leche desnatada, 1 % de leche) que tenga una concentración diferente de grasa y/o proteína que el líquido de producto.

Durante el funcionamiento del sistema 10, el controlador 32 puede recibir una solicitud que solicita que el líquido de producto se transfiera desde la fuente 14 al depósito 20 de fluido. En respuesta a la solicitud, el controlador 32 puede controlar el sistema 10 para disponer la fuente 14 de líquido de producto en comunicación de fluidos con el depósito 20 de fluido. Por ejemplo, el controlador 32 puede abrir las válvulas 28 y 30 y activar la bomba 12 para extraer el líquido de producto de la fuente y empujar el líquido de producto presurizado a través del conducto 16 de fluido al depósito 20 de fluido. La bomba 12 puede bombear continuamente el líquido de producto desde la fuente 14 al depósito 20 de fluido hasta que se haya transferido una cantidad adecuada de líquido de producto a través del conducto 16 de fluido. Esto puede ocurrir cuando la fuente 14 de líquido de producto está sustancial o totalmente vacía. Esto también puede ocurrir cuando se ha añadido una cantidad deseada de líquido de producto al depósito 20 de fluido. En cualquier caso, el controlador 32 puede cerrar las válvulas 28 y/o 30 y detener la bomba 12 después de transferir una cantidad adecuada de líquido de producto de la fuente 14 al depósito 20. En este punto, el conducto 16 de fluido puede estar parcial o totalmente lleno con líquido de producto residual. El líquido de producto residual puede ser estático (p. ej., no moverse) y estar atrapado/contenido dentro del conducto 16 de fluido entre la fuente 14 y el depósito 20.

Con la transferencia de líquido de producto completa, el controlador 32 puede iniciar un proceso de enjuague mediante la apertura de las válvulas 26 y/o 30 y la activación adicional de la bomba 12 para absorber el líquido de enjuague de la fuente y empujar el líquido de enjuague a presión a través del conducto 16 de fluido. El fluido de enjuague presurizado puede empujar el fluido de producto residual dentro del conducto 16 de fluido al interior del depósito 20

de fluido a medida que el líquido de enjuague avanza hacia el depósito 20. Cuando se ha alcanzado una cantidad objetivo de enjuague, por ejemplo, tal como se explica con mayor detalle a continuación, el controlador 32 puede cerrar las válvulas 26 y/o 28 y detener la bomba 12. Esto puede evitar que una cantidad excesiva de líquido de enjuague se introduzca en el depósito 20 de fluido. De forma alternativa, en otras configuraciones del sistema 10 más allá de la que se muestra en la Fig. 1, el controlador 32 puede cerrar la válvula 30 y/o abrir otra válvula para desviar el líquido de enjuague con respecto al depósito 20 de fluido, tal como a un desagüe. De esta forma, el controlador 32 puede controlar la transferencia del líquido de producto y el líquido de enjuague a través del conducto 16 de fluido en el sistema 10.

Aunque la transferencia del líquido de producto procedente de la fuente 14 y también del líquido de enjuague procedente de la fuente 24 al depósito 20 de fluido se ha descrito como ejecutada bajo el control del controlador 32, debe apreciarse que algunas o todas las etapas de transferencia pueden ser realizadas manualmente por un operario. Por ejemplo, el funcionamiento de la bomba 12 y la apertura y cierre de las válvulas (26, 28, 30) dentro del sistema 10 pueden ser realizados por un operario humano además de, o en vez del, controlador 32.

El sistema 10 incluye el sensor óptico 22. El sensor óptico 22 está configurado para analizar ópticamente el fluido que pasa a través del conducto 16 de fluido y al depósito 20 de fluido. Como se analiza con mayor detalle con respecto a la Fig. 2, el sensor óptico 22 puede recibir una muestra del fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido, dirigir luz al fluido para generar emisiones fluorescentes desde el líquido de producto (en caso de existir) en el fluido y detectar las emisiones fluorescentes emitidas por el fluido. Las emisiones fluorescentes pueden ser proporcionales a la concentración de líquido de producto en el fluido. Por lo tanto, el controlador 32 puede determinar una concentración de un producto (p. ej., líquido de producto) en el fluido basándose en los datos generados por el sensor óptico 22. El controlador 32 puede controlar adicionalmente el proceso de enjuague basándose en la concentración determinada del líquido de producto en el fluido que fluye al depósito 20 de fluido.

El sensor óptico 22 puede implementarse de varias formas distintas en el sistema 10. En el ejemplo mostrado en la Fig. 1, el sensor óptico 22 está situado en línea con el conducto 16 de fluido adyacente a la entrada 18 del depósito 20 de fluido. Cuando se dispone así, el sensor óptico 22 puede determinar la concentración del fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido, p. ej., poco antes de que el fluido se descargue al depósito 20 de fluido. En otros ejemplos, puede conectarse una línea de muestra a un conducto principal conectado al depósito 20 de fluido. En tales ejemplos, la línea de muestra puede conectar de forma fluida el sensor óptico 22 al conducto de fluido principal. A medida que el fluido se mueve a través del conducto de fluido principal, una parte del fluido puede entrar en la línea de muestra y pasar adyacente a un cabezal de sensor óptico del sensor, permitiendo de este modo que el sensor óptico 22 determine una concentración de producto fluorescente en el fluido que fluye a través del conducto de fluido principal. Cuando se implementa para recibir fluido de forma continua, el sensor óptico 22 puede caracterizarse como un sensor óptico en línea. En otros ejemplos, el sensor óptico 22 puede implementarse como un sensor óptico fuera de línea que recibe fluido de forma intermitente, p. ej., llenando el sensor óptico con fluido de forma manual.

Como se ha mencionado brevemente con anterioridad, el sensor óptico 22 se ilustra dispuesto antes de la entrada 18 del depósito 20 de fluido. Dicha posición puede ser útil para determinar ópticamente la concentración de un producto en el líquido que fluye a través del conducto 16 de fluido poco antes de que el fluido se descargue en el depósito 20 de fluido. Si la concentración de producto en el fluido está fuera del intervalo de concentración deseado, el flujo de fluido puede detenerse o desviarse en lugar de descargar el fluido en el depósito 20 de fluido. En varios ejemplos, el sensor óptico 22 puede estar situado a menos de 6,09 metros (20 pies) de distancia de la entrada 18 del depósito 10 de fluido, tal como menos de 3,04 metros, menos de 1,52 metros o menos de 0,61 metros (menos de 10 pies, menos de 5 pies o menos de 2 pies). En aplicaciones en donde el sensor óptico 22 está conectado de forma fluida al conducto 16 de fluido a través de una línea de muestra, la línea de muestra puede extraer líquido del conducto de fluido principal en un lugar dentro de cualquiera de estas distancias anteriores.

En un ejemplo, el sensor óptico 22 recibe fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido a medida que el fluido de desagüe presurizado pasa a través del conducto hacia el depósito 20 de fluido. El sensor óptico 22 analiza ópticamente el fluido dirigiendo luz al fluido para hacer que las moléculas fluorescentes en el fluido se exciten y emitan energía fluorescente. Las moléculas fluorescentes pueden ser moléculas presentes en el fluido de producto pero no presentes en el fluido de enjuague o presentes en el fluido de enjuague en una concentración más baja que en el fluido de producto. El sensor óptico 22 detecta la energía fluorescente y genera a partir de la misma una salida de sensor óptico proporcional a la cantidad y/o la longitud de onda de la energía fluorescente detectada. El controlador 32 puede recibir la salida de sensor óptico y determinar una concentración de producto en el fluido basándose en la salida. Por ejemplo, el controlador 32 puede determinar una concentración de líquido de producto en el fluido (p. ej., cuando el fluido contiene una mezcla de líquido de producto y líquido de enjuague) y/o una concentración de una molécula específica en el fluido (p. ej., proteína) que está asociada al líquido de producto. A partir de esta información, el controlador 32 puede controlar el fluido de enjuague, por ejemplo, aumentando o disminuyendo la velocidad a la que la bomba 12 bombea el fluido a través del conducto 16 de fluido, deteniendo la bomba 12 y/o cerrando las válvulas 26 y/o 30 para evitar que un exceso de fluido de enjuague se lleve al depósito 20 de fluido.

Al iniciar el proceso de enjuague extrayendo líquido de la fuente 24 de líquido de enjuague y bombeando el líquido hacia el depósito 20 de fluido, el líquido que es empujado a través de la entrada 18 del depósito puede estar compuesto

sustancialmente por completo por el líquido de producto. Este puede ser el líquido de producto residual contenido en el conducto 16 de fluido antes de iniciar el proceso de enjuague. A medida que el líquido de enjuague continúa empujando el líquido de producto residual a través de la entrada 18 del depósito 20 de fluido, el líquido que se empuja al depósito puede presentar una concentración decreciente del líquido de producto y una concentración creciente de líquido de enjuague. Esto puede ocurrir cuando la interfaz entre el líquido de producto y el líquido de enjuague llega a la entrada 18 del depósito 20 de fluido. La interfaz entre el líquido de producto y el líquido de enjuague puede ser una región en donde el líquido de producto y el líquido de enjuague se entremezclan, que también puede denominarse región de separación de fase entre el líquido de producto y el líquido de enjuague. Si el líquido de enjuague sigue fluyendo a través del conducto 16 de fluido y al depósito 20 de fluido, el líquido que se empuja a través de la entrada 18 del depósito 20 puede seguir disminuyendo en la concentración del líquido de producto hasta que el fluido esté compuesto sustancialmente por completo por el líquido de enjuague. Determinando la concentración de líquido de producto en el flujo de fluido que se empuja al depósito 20 de fluido, el controlador 32 puede dejar de dirigir el líquido de enjuague hacia el depósito, p. ej., cuando la concentración del líquido de producto cae por debajo de un umbral aceptable.

El conducto 16 de fluido en la Fig. 1 se ilustra conectando la fuente 14 de líquido de producto y la fuente 24 de líquido de enjuague al depósito 20 de fluido. La fuente 14 de líquido de producto puede implementarse utilizando cualquier equipo adecuado para suministrar líquido de producto a un lugar de destino corriente abajo. En distintos ejemplos, la fuente 14 de líquido de producto puede ser un depósito fijo, un camión cisterna móvil, una botella, una bolsa, un recipiente de reactor, un evaporador, un condensador u otro tipo de equipo capaz de suministrar líquido de producto. De forma similar, el depósito 20 de fluido puede ser cualquier tipo de recipiente diseñado para recibir y contener líquido, tal como un depósito fijo, un camión cisterna móvil, una botella, una bolsa. En algunos ejemplos, el depósito 20 de fluido está configurado para recibir el líquido de producto y procesar adicionalmente el líquido de producto. Por ejemplo, el depósito 20 de fluido puede formar parte de una estación de llenado (p. ej., rellenador de botellas) que tiene uno o más cabezales de relleno. Como otro ejemplo, el depósito 20 de fluido puede ser un recipiente de reactor, una columna de destilación u otro componente de equipo de procesamiento diseñado para recibir y procesar líquido de producto. En estos ejemplos, el depósito 20 de fluido puede recibir y contener líquido de producto durante un período de tiempo comparativamente corto a medida que se procesa adicionalmente el líquido de producto.

Por lo tanto, aunque la Fig. 1 ilustra una disposición particular de un sistema en donde se analiza de forma fluorométrica fluido para controlar un líquido de enjuague, debe entenderse que el hardware y las técnicas de la descripción pueden implementarse de forma ventajosa en sistemas más allá de lo mostrado en la Fig. 1. Por ejemplo, el hardware y las técnicas pueden implementarse en cualquier sistema en donde un líquido comprende moléculas que emiten fluorescencia de forma natural y se empuja o es empujado por otro líquido que no emite fluorescencia o emite fluorescencia en un grado distinto.

La bomba 12 en el sistema 10 puede ser cualquier dispositivo de presurización de fluido adecuado, tal como una bomba de elevación directa, una bomba de desplazamiento positivo, una bomba de velocidad, una bomba de flotabilidad y/o una bomba de gravedad o cualquier combinación de las mismas. En otros ejemplos, el sistema 10 no incluye una bomba. En general, los componentes descritos como válvulas (26, 28, 30) pueden ser cualquier dispositivo que regule el flujo de un fluido al abrir o cerrar la comunicación del fluido a través de un conducto de fluido. En diversos ejemplos, una válvula puede ser una válvula de diafragma, una válvula de bola, una válvula de retención, una válvula de compuerta, una válvula de corredera, una válvula de pistón, una válvula rotatoria, una válvula de lanzadera y/o combinaciones de las mismas. Cada válvula puede incluir un actuador, tal como un actuador neumático, un actuador eléctrico, un actuador hidráulico o similar. Por ejemplo, cada válvula puede incluir un solenoide, un elemento piezoeléctrico o una característica similar para transformar la energía eléctrica recibida del controlador 32 en energía mecánica para abrir y cerrar mecánicamente la válvula. Cada válvula puede incluir un interruptor de límite, un sensor de proximidad u otro dispositivo electromecánico para proporcionar la confirmación de que la válvula está en una posición abierta o cerrada, cuyas señales se transmiten de vuelta al controlador 32.

Los conductos de fluido y las líneas de fluido en el sistema 10 pueden ser tuberías o segmentos de tuberías que permiten el transporte de fluido de un lugar a otro lugar en el sistema. El material usado para fabricar los conductos debe ser químicamente compatible con el líquido a transportar y, en diversos ejemplos, puede ser acero, acero inoxidable o un polímero (por ejemplo, polipropileno, polietileno).

En el ejemplo de la Fig. 1, el sensor óptico 22 analiza ópticamente el fluido que fluye al depósito 20 de fluido a través de la entrada 18, p. ej., para determinar una concentración de líquido de producto en un flujo de fluido mixto que contiene tanto líquido de producto como líquido de enjuague. La Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sensor óptico 200 que puede utilizarse para analizar ópticamente un fluido del sistema 10. El sensor 200 puede usarse como sensor óptico 22 en el sistema 10.

Con referencia a la Fig. 2, el sensor 200 incluye un controlador 220, uno o más emisores ópticos 222 (denominados en la presente memoria “emisor óptico 222”), y uno o más detectores ópticos 224 (denominados en la presente memoria “detector óptico 224”). El controlador 220 (que puede ser el mismo que el controlador 32 en la Fig. 1) incluye un procesador 226 y una memoria 228. En funcionamiento, el emisor óptico 222 dirige luz al fluido (p. ej., fluido que contiene líquido de producto, líquido de enjuague, y/o una combinación de líquido de producto y líquido de enjuague)

que fluye a través del conducto 230 de fluido y el detector óptico 224 detecta las emisiones fluorescentes generadas por el fluido. La luz dirigida al fluido por el emisor óptico 222 puede generar emisiones fluorescentes excitando los electrones de moléculas fluorescentes dentro del fluido, haciendo que las moléculas emitan energía (es decir, sean fluorescentes) que pueden detectarse mediante el detector óptico 224. Por ejemplo, cuando se dirige luz a un fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido (Fig. 1), los electrones en las moléculas del líquido de producto dentro del fluido pueden excitarse, haciendo que las moléculas emitan fluorescencia. En algunos ejemplos, el emisor óptico 222 dirige luz a una frecuencia (p. ej., frecuencia ultravioleta) al fluido que fluye a través del conducto 230 de fluido y hace que las moléculas fluorescentes emitan energía luminosa a una frecuencia distinta (p. ej., frecuencia de luz visible, una frecuencia ultravioleta distinta).

La memoria 228 almacena el software y los datos utilizados o generados por el controlador 220. Por ejemplo, la memoria 228 puede almacenar datos utilizados por el controlador 220 para determinar una concentración de uno o más productos dentro del fluido que se monitoriza mediante el sensor 200, tal como una concentración de un líquido de producto o componente del mismo dentro de un fluido que se monitoriza mediante el sensor. En algunos ejemplos, la memoria 228 almacena datos en forma de una ecuación que relaciona las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico 224 con una concentración del uno o más productos.

El procesador 226 ejecuta el software almacenado en la memoria 228 para realizar funciones atribuidas al sensor 200 y al controlador 220 en esta descripción. Los componentes descritos como procesadores dentro del controlador 220, del controlador 30 o de cualquier otro dispositivo descrito en esta descripción pueden incluir, cada uno, uno o más procesadores, tal como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA), circuitos lógicos programables o similares, ya sea solos o en cualquier combinación adecuada.

El emisor óptico 222 incluye al menos un emisor óptico que emite energía óptica a un fluido presente con el conducto 230 de fluido. En algunos ejemplos, el emisor óptico 222 emite energía óptica en un intervalo de longitudes de onda. En otros ejemplos, el emisor óptico 222 emite energía óptica en una o más longitudes de onda discretas. Por ejemplo, el emisor 222 óptico puede emitir en dos, tres, cuatro o más longitudes de onda discretas.

En un ejemplo, el emisor óptico 222 emite luz dentro del espectro ultravioleta (UV). La luz dentro del espectro UV puede incluir longitudes de onda en el intervalo de aproximadamente 10 nm a aproximadamente 400 nanómetros. La luz emitida por el emisor óptico 222 se dirige al fluido dentro del conducto 230 de fluido. En respuesta a la recepción de energía óptica, las moléculas fluorescentes (p. ej., moléculas presentes dentro del líquido de producto pero no el líquido de enjuague) dentro del fluido pueden excitarse, haciendo que las moléculas produzcan emisiones fluorescentes. Las emisiones fluorescentes, que pueden o no estar en una frecuencia distinta de la energía emitida por el emisor óptico 222, pueden generarse a medida que los electrones excitados dentro de las moléculas fluorescentes cambian de estados de energía. La energía emitida por las moléculas fluorescentes puede detectarse mediante el detector óptico 224.

Las longitudes de onda específicas a las que el emisor óptico 222 emite luz pueden variar, p. ej., dependiendo del tipo de moléculas fluorescentes que se espera estén presentes en el líquido 14 de producto. En algunos ejemplos, el emisor óptico 222 emite luz a una frecuencia de menos de 350 nanómetros (nm), tal como menos de 330 nm, o menos de 300 nm. Por ejemplo, el emisor óptico 222 puede emitir luz en el intervalo de frecuencias de aproximadamente 275 nm a aproximadamente 335 nm. Sin embargo, las longitudes de onda anteriores son meramente ejemplos y pueden utilizarse otras longitudes de onda de luz.

El emisor óptico 222 puede implementarse de varias formas distintas dentro del sensor 200. El emisor óptico 222 puede incluir una o más fuentes de luz para excitar las moléculas dentro del fluido. Fuentes de luz ilustrativas incluyen diodos emisores de luz (LED), láseres y lámparas. En algunos ejemplos, el emisor óptico 222 incluye un filtro óptico para filtrar la luz emitida por la fuente de luz. El filtro óptico puede disponerse entre la fuente de luz y el fluido y seleccionarse para dejar pasar luz dentro de un intervalo de longitud de onda determinado. En algunos ejemplos adicionales, el emisor óptico incluye un colimador, p. ej., una lente, capucha o reflector de colimación, dispuesto adyacente a la fuente de luz para colimar la luz emitida desde la fuente de luz. El colimador puede reducir la divergencia de la luz emitida desde la fuente de luz, reduciendo el ruido óptico.

El sensor 200 también incluye un detector óptico 224. El detector óptico 224 incluye al menos un detector óptico que detecta emisiones fluorescentes emitidas por las moléculas excitadas dentro del conducto 230 de fluido. En algunos ejemplos, el detector óptico 224 está situado en un lado distinto del conducto 230 de fluido al del emisor óptico 222. Por ejemplo, el detector óptico 224 puede estar dispuesto en un lado del conducto 230 de fluido que está desplazado aproximadamente 90 grados con respecto al emisor óptico 222. Dicha disposición puede reducir la cantidad de luz emitida por el emisor óptico 222, transmitida a través del fluido dentro del conducto 230 de fluido, y detectada por el detector óptico 224. Esta luz transmitida puede provocar potencialmente interferencia con las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico.

En funcionamiento, la cantidad de energía óptica detectada por el detector óptico 224 puede depender del contenido del fluido dentro del conducto 230 de fluido. Si el conducto de fluido contiene una solución de fluido que tiene ciertas

propiedades (p. ej., una cierta concentración de líquido de producto), el detector óptico 224 puede detectar un nivel de energía fluorescente determinado emitida por el fluido. Sin embargo, si la solución de fluido tiene diferentes propiedades (p. ej., una concentración distinta de líquido de producto), el detector óptico 224 puede detectar un nivel distinto de energía fluorescente emitida por el fluido. Por ejemplo, si el conducto 230 de fluido se llena con un líquido de producto diluido a una primera concentración mediante el líquido de enjuague, el detector óptico 224 puede detectar una primera magnitud de emisiones fluorescentes. Sin embargo, si el conducto de fluido se llena con un líquido de producto diluido con una segunda concentración de líquido de enjuague mayor que la primera concentración (p. ej., de forma que el líquido de producto está más diluido), el detector óptico 224 puede detectar una segunda magnitud de emisiones fluorescentes que sea menor que la primera magnitud.

El detector óptico 224 también puede implementarse en una variedad de diferentes formas dentro del sensor 200. El detector óptico 224 puede incluir uno o más fotodetectores, tales como, p. ej., fotodiodos o fotomultiplicadores, para transformar señales ópticas a señales eléctricas. En algunos ejemplos, el detector óptico 224 incluye una lente situada entre el fluido y el fotodetector para enfocar y/o conformar energía óptica recibida del fluido.

Debe apreciarse que, aunque la Fig. 2 ilustra una configuración particular de un sensor óptico, pueden utilizarse otras configuraciones de sensor óptico sin abandonar el ámbito de la descripción. Por ejemplo, en vez de situar el emisor óptico 222 en un lado distinto del conducto 230 de fluido con respecto al detector óptico 224, el emisor óptico 222 y el detector óptico 224 pueden disponerse para dirigir y recibir luz a través de una única lente compartida (p. ej., lente de bola) dispuesta en una cara del alojamiento del sensor 200. Cuando se configura así, el emisor óptico 222 puede dirigir luz a través de la lente a un fluido que pasa por la lente, haciendo que el fluido emita emisiones fluorescentes. Estas emisiones fluorescentes pueden dirigirse de vuelta a través de la lente para su detección por el detector óptico 224. Un sensor óptico ilustrativo de este tipo se describe en la Solicitud de Patente US-14/039.683, con título "MULTI-CHANNEL FLUOROMETRIC SENSOR AND METHOD OF USING SAME", de titularidad común con la presente solicitud y cuyo contenido completo se incorpora en la presente memoria como referencia.

El controlador 220 controla el funcionamiento del emisor óptico 222 y recibe señales relacionadas con la cantidad de luz detectada por el detector óptico 224. En algunos ejemplos, el controlador 220 procesa adicionalmente señales, p. ej., para determinar una concentración de líquido de producto dentro del fluido que pasa a través del conducto 230 de fluido.

En un ejemplo, el controlador 220 controla el emisor óptico 222 para dirigir la radiación a un fluido que contiene líquido de producto y controla adicionalmente el detector óptico 224 para detectar emisiones fluorescentes emitidas por las moléculas del líquido de producto dentro del fluido. El controlador 220 procesa entonces la información de detección de luz para determinar una concentración del líquido de producto dentro del fluido y, si se desea, también una concentración de líquido de enjuague dentro del fluido. El controlador 220 puede determinar una concentración del líquido de producto comparando la magnitud de las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico 224 desde un fluido que tiene una concentración desconocida del líquido de producto con la magnitud de las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico 224 desde un fluido que tiene una concentración conocida del líquido de producto (p. ej., un fluido de calibración). En algunos ejemplos, el controlador 220 determina las concentraciones de múltiples productos en un fluido basándose en la magnitud de las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico 224 en distintas longitudes de onda. Por ejemplo, el controlador 220 puede determinar la concentración de distintas moléculas fluorescentes presentes dentro del líquido de producto y/o el líquido de enjuague. Esto puede ser útil en aplicaciones en las que tanto el líquido de producto como el líquido de enjuague contienen moléculas fluorescentes y la concentración determinada de una o más de esas moléculas fluorescentes puede utilizarse para diferenciar las emisiones fluorescentes asociadas al líquido de producto con respecto a las del líquido de enjuague.

En respuesta a la determinación de la concentración de un producto en el fluido, el procesador 226 puede comparar la concentración de producto determinada con uno o más umbrales almacenados en la memoria 228, tales como uno o más umbrales de concentración. El controlador 220 puede ser informado de los umbrales y de los umbrales almacenados en la memoria 228, p. ej., a través de una entrada de usuario en una interfaz de usuario. Los umbrales almacenados en la memoria 228 pueden actuar como un punto de activación para controlar el sistema 10 (Fig. 1).

Con referencia adicional a la Fig. 1, por ejemplo, el controlador 32 puede controlar el sistema 10 hasta que una concentración de producto en el fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido y al depósito 20 de fluido sea igual, o caiga por debajo de, un valor umbral almacenado en la memoria. En un ejemplo, el controlador 32 controla la bomba 12 para bombear líquido de enjuague, tal como agua, desde la fuente 14 hacia el depósito 20 de fluido. El fluido de enjuague presurizado puede empujar el líquido de producto que permanece en el conducto de fluido al interior del depósito 20 de fluido. El fluido que entra en el depósito 20 de fluido a través de la entrada 18 puede estar sustancial o totalmente compuesto por líquido de producto al inicio del proceso de enjuague. Por lo tanto, cuando el sensor óptico 22 analiza este fluido que entra inicialmente en el depósito 20 de fluido, el fluido puede emitir emisiones fluorescentes correspondientes a una concentración de líquido de producto de aproximadamente el 100 %. Sin embargo, a medida que el fluido de enjuague sigue enjuagando el conducto 16 de fluido, el líquido de enjuague puede comenzar a diluir el líquido de producto que permanece en el conducto de fluido, de forma que el fluido que fluye al depósito 20 de fluido a través de la entrada 18 comprenda una mezcla de líquido de producto y líquido de enjuague. Cuando este fluido se analiza ópticamente mediante el sensor óptico 22, el fluido emite emisiones fluorescentes proporcionales a la

concentración del líquido de producto y del líquido de enjuague presentes en el fluido. En algunos ejemplos, la concentración de moléculas fluorescentes presentes en el fluido que fluye al depósito 20 de fluido puede ser comparativamente alta al comienzo del proceso de enjuague pero puede disminuir con el tiempo, por ejemplo, debido a que el líquido de producto se enjuaga del conducto 16 de fluido mediante un fluido de enjuague que está sustancialmente exento de moléculas fluorescentes y/o tiene una concentración menor de moléculas fluorescentes que la presente en el líquido de producto. En un punto determinado del proceso de enjuague, la cantidad de líquido de producto residual que es empujado al interior del depósito 20 de fluido puede disminuir hasta un punto en el que ya no es ventajoso continuar el enjuague. El controlador 32 puede realizar esta determinación basándose en la información de concentración determinada por el sensor óptico 22 y el umbral o umbrales almacenados en la memoria (p. ej., la memoria 228 en la Fig. 2).

Los umbrales específicos almacenados en la memoria 228 pueden depender, p. ej., de las características del líquido de producto, el líquido de enjuague y la configuración del sistema 10. Por ejemplo, si el líquido de producto que se procesa en el sistema 10 tiene una cierta concentración de moléculas fluorescentes, la memoria 228 puede almacenar un valor umbral de concentración de una magnitud determinada. En cambio, si el líquido de producto que se procesa en el sistema 10 tiene una concentración distinta de moléculas fluorescentes, la memoria 228 puede almacenar un valor umbral de concentración de una magnitud distinta. Durante el funcionamiento del sistema 10, el controlador 32 puede controlar los componentes del sistema para enjuagar el conducto 16 de fluido con líquido de enjuague, p. ej., hasta que una concentración de producto en el fluido que fluye a través del conducto es igual a, o cae por debajo de, un umbral de concentración. En este punto, el controlador 32 puede controlar el sistema 10 para detener la entrada del flujo de líquido de enjuague que pasa a través del conducto 16 de fluido al depósito 20 de fluido. Por ejemplo, el controlador 32 puede detener la bomba 12 y/o manipular las válvulas dentro del sistema 10 de forma que el fluido no se dirija al depósito 20 de fluido sino, en cambio, se dirija a un lugar distinto, tal como un drenaje de residuos.

Los umbrales de concentración de producto específicos almacenados en la memoria pueden variar, por ejemplo, dependiendo de las características de los fluidos de enjuague de producto y/o la calidad del fluido de producto que se produce. Por ejemplo, si la recuperación de producción es lo importante, la memoria 228 puede almacenar un umbral de concentración de una cierta magnitud, mientras que si la adulteración del líquido de producto es lo importante, la memoria 228 puede almacenar un umbral de concentración de una magnitud más alta.

Para la recuperación de producción, el umbral almacenado en la memoria puede ser un valor dentro de un intervalo de aproximadamente 0 % en volumen de líquido de producto (p. ej., aproximadamente 100 % en volumen de líquido de enjuague) a aproximadamente 25 % en volumen de líquido de producto (p. ej., aproximadamente 75 % en volumen de líquido de enjuague), tal como un intervalo de 0,1 % en volumen de líquido de producto a 15 % en volumen de líquido de producto, o de 0,5 % en volumen de líquido de producto a 10 % en volumen de líquido de producto. Para el control de la adulteración del producto, el umbral almacenado en la memoria puede ser un valor dentro de un intervalo de aproximadamente 100 % en volumen de líquido de producto (p. ej., aproximadamente 0 % en volumen de líquido de enjuague) a aproximadamente 50 % en volumen de líquido de producto (p. ej., aproximadamente 50 % en volumen de líquido de enjuague), tal como un intervalo de 99 % en volumen de líquido de producto a 75 % en volumen de líquido de producto, o de 95 % en volumen de líquido de producto a 80 % en volumen de líquido de producto. Cuando el controlador 32 determina que la concentración de líquido de producto en el fluido es igual y/o cae por debajo del umbral, el controlador puede detener la bomba 12 y/o cerrar las válvulas 26 y/o 28 para finalizar el proceso de enjuague. Debe apreciarse que los umbrales de concentración anteriores son meramente ejemplos, y son posibles y se contemplan otros umbrales de concentración.

Durante el funcionamiento del sistema 10, el controlador 32 puede determinar una concentración de producto en el fluido que fluye al depósito 20 de fluido y comparar la concentración determinada con un valor almacenado en la memoria. Basándose en la comparación, el controlador 32 puede ajustar el flujo de fluido (p. ej., el flujo 14 de líquido de producto y/o líquido 24 de enjuague), p. ej., hasta que la concentración determinada sea igual al, o esté por debajo del, valor objetivo. En casos en los que el controlador 32 determine que la concentración está por debajo del valor, el controlador 32 puede controlar electrónicamente el sistema, p. ej., deteniendo la bomba 12 o reduciendo la velocidad a la que la bomba bombea fluido, tal como fluido de enjuague.

Aunque no se ilustra en las Figuras 1 o 2, el sistema 10 puede incluir uno o más sensores auxiliares para monitorizar características adicionales del fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido. El uno o más sensores auxiliares pueden monitorizar características ópticas o no ópticas del fluido que fluye a través del conducto y, en diferentes ejemplos, pueden o no integrarse dentro de un sensor óptico (p. ej., el sensor óptico 22, 200). En diversos ejemplos, el uno o más sensores auxiliares pueden incluir o ser un sensor de temperatura, un sensor de pH y un sensor de turbidez. En un ejemplo, el uno o más sensores auxiliares incluyen un sensor de conductividad eléctrica. Un sensor de conductividad eléctrica puede ser útil para detectar cualquier contaminante potencial presente en el fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido, ya que cualquier contaminante puede tener una conductividad eléctrica distinta a la del fluido que se supone fluye a través del conducto. Si el controlador 32 determina que una conductividad eléctrica del fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido supera un umbral, el controlador 32 puede detener la bomba 12 y/o manipular las válvulas dentro del sistema 10 de forma que el fluido no se dirija al depósito 20 de fluido, sino que se dirija a un lugar distinto. Esto puede evitar que el fluido contaminado se dispense al depósito 20 de fluido. El

controlador 32 también puede emitir una alarma en tales circunstancias para notificar al personal operativo que la conductividad eléctrica detectada del fluido ha excedido un umbral.

La Fig. 3 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ilustrativo para controlar una operación de enjuague. Como se muestra, el controlador 32 inicia una transferencia de un líquido de producto abriendo las válvulas 28 y/o 30 y activando la bomba 12 (200). En algunos ejemplos, el líquido de producto contiene moléculas fluorescentes que están presentes de forma natural en el líquido y no se añaden como un agente de seguimiento. En algunos ejemplos, el líquido de producto es un líquido de consumo humano, tal como zumo, sopa, un producto lácteo, una bebida fermentada o similar. Al iniciar la transferencia, el líquido de producto se mueve desde la fuente 14 de líquido de producto al depósito 20 de fluido a través del conducto 16 de fluido. Cuando se ha transferido un volumen adecuado de líquido de producto al depósito 20 de fluido, el controlador 32 puede cerrar las válvulas 28 y/o 30 y desactivar la bomba 12. Esto puede dejar el conducto 16 de fluido parcial o totalmente lleno con líquido de producto residual que se recibió desde la fuente 14 pero no se suministró al depósito 20.

Después de transferir el fluido de producto al depósito 20 de fluido (200), el controlador 32 inicia el enjuague (202). El controlador 32 puede abrir las válvulas 28 y/o 30 y activar la bomba 12 para disponer la fuente 24 de líquido de enjuague en comunicación de fluidos con el depósito 20 de fluido. El líquido de enjuague presurizado que fluye a través del conducto 16 de fluido puede desplazar el líquido de producto residual y empujar el líquido al depósito 20 de fluido.

En la técnica de la Fig. 3, el sensor óptico 22 recibe el fluido que fluye a través del conducto 16 de fluido y determina una concentración de un producto en el fluido (204). El sensor óptico 22 puede dirigir luz al fluido y las moléculas fluorescentes dentro del fluido pueden emitir energía fluorescente en respuesta a la luz. El sensor óptico 22 puede detectar la energía fluorescente y determinar una concentración de producto en el fluido basándose en las características de la energía fluorescente. Por ejemplo, el sensor óptico 22 puede determinar una concentración del líquido de producto en el fluido comparando una magnitud de la energía fluorescente y/o una longitud de onda de la energía fluorescente con información de calibración almacenada en la memoria que correlaciona distintas características de energía fluorescente con distintas concentraciones de líquido de producto.

Después de determinar la concentración de producto en el fluido que fluye al depósito 20 de fluido, el controlador 32 puede comparar la concentración determinada con uno o más umbrales de concentración almacenados en la memoria (206). En diferentes ejemplos, los umbrales de concentración pueden preprogramarse en la memoria o pueden ser recibidos de un usuario a través de una interfaz de usuario, p. ej., al inicio del proceso de enjuague. El controlador 32 puede controlar electrónicamente el sistema 10 hasta que la concentración de producto en el fluido sea igual y/o esté por debajo de un umbral de concentración almacenado en la memoria (208).

Cuando el controlador 32 determina que la concentración de producto (p. ej., el líquido de producto) en el fluido es igual a, y/o cae por debajo de, un umbral de concentración, el controlador puede detener la bomba 12 y cerrar la válvula 26 y/o 30 para finalizar el proceso de enjuague (210).

Las técnicas descritas en esta descripción, incluidas las funciones realizadas por un controlador, la unidad de control o el sistema de control, pueden implementarse dentro de uno o más de un microprocesador de propósito general, procesador de señal digital (DSP), circuito integrado de aplicación específica (ASIC), campo matriz de puertas programables (FPGA), dispositivos lógicos programables (PLD) u otros dispositivos lógicos equivalentes. En consecuencia, los términos “procesador” o “controlador”, tal como se usan en la presente descripción, pueden referirse a una cualquiera o más de las estructuras anteriores o a cualquier otra estructura adecuada para la implementación de las técnicas descritas en la presente descripción.

Los diversos componentes ilustrados en la presente descripción pueden realizarse mediante cualquier combinación adecuada de hardware, software y/o firmware. En las figuras, diversos componentes se representan como unidades o módulos separados. Sin embargo, todos o varios de los diversos componentes descritos con referencia a estas figuras pueden integrarse en unidades o módulos combinados dentro de hardware, microprograma y/o software común. En consecuencia, la representación de características como componentes, unidades o módulos se destina para resaltar las características funcionales particulares para facilitar la ilustración, y no requiere necesariamente la realización de tales características por componentes de hardware, microprograma o software separados. En algunos casos, diversas unidades pueden implementarse como procesos programables realizados por uno o más procesadores o controladores.

Cualquiera de las características descritas en la presente descripción como módulos, dispositivos o componentes pueden implementarse juntas en un dispositivo lógico integrado o por separado como dispositivos lógicos discretos pero interoperables. En diversos aspectos, tales componentes pueden formarse al menos en parte como uno o más dispositivos de circuito integrado, que pueden denominarse colectivamente como un dispositivo de circuito integrado, tal como un chip o conjunto de chips de circuito integrado. Tales circuitos pueden proporcionarse en un único dispositivo de chip de circuito integrado o en múltiples dispositivos de chip de circuito integrado interoperables.

Si se implementan en parte mediante software, las técnicas pueden realizarse, al menos en parte, mediante un medio de almacenamiento de datos legibles por computadora (por ejemplo, un medio de almacenamiento no transitorio legible por computadora) que comprende código con instrucciones que, cuando se ejecutan por uno o más procesadores o controladores, realiza uno o más de los métodos y funciones descritos en esta descripción. El medio de almacenamiento legible por computadora puede formar parte de un producto de programa de computadora, que puede incluir materiales de empaque. El medio legible por computadora puede comprender la memoria de acceso aleatorio (RAM) tal como la memoria de acceso aleatorio dinámico síncrono (SDRAM), la memoria de solo lectura (ROM), la memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM), la memoria de solo lectura programable borrable eléctricamente (EEPROM), la memoria de acceso aleatorio dinámica integrada (eDRAM), la memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), la memoria flash, los medios de almacenamiento de datos magnéticos u ópticos. Cualquier software que se utilice puede ejecutarse por uno o más procesadores, tal como uno o más DSP, los microprocesadores de uso general, los ASIC, los FPGA, u otros circuitos lógicos discretos o integrados equivalentes.

El siguiente ejemplo puede proporcionar detalles adicionales sobre los sistemas y técnicas según esta descripción.

Ejemplo 1

Se creó una variedad de líquidos de producto basados en agua y se analizaron ópticamente para evaluar la eficacia del uso de un sensor óptico para monitorizar y controlar un proceso de enjuague. Para los ejemplos, se seleccionaron bebidas líquidas como los líquidos de producto ilustrativos y se seleccionó agua como el líquido de enjuague ilustrativo. Cada bebida líquida sometida a ensayo se diluyó con agua hasta una concentración de 500 partes por millón. Posteriormente, las muestras se analizaron de forma fluorométrica emitiendo luz a las muestras de fluido y generando y detectando emisiones fluorescentes procedentes de los fluidos.

La Fig. 4 es un gráfico que muestra la respuesta óptica de los fluidos cuando se emitió luz con una longitud de onda que va de 280 nanómetros a 335 nanómetros a los fluidos. El eje x del gráfico es la longitud de onda de la luz emitida por los fluidos como respuesta a dirigir luz a los fluidos. El eje y del gráfico es la magnitud de la luz detectada en cada longitud de onda respectiva. El agua utilizada para diluir los líquidos de producto ilustrativos no generó ninguna emisión fluorescente como respuesta a dirigir luz al fluido, lo que indica que la respuesta óptica mostrada en la Fig. 4 procede del líquido de producto únicamente y no del agua de fondo.

Ejemplo 2

Se crearon varias soluciones basadas en agua que contenían distintas concentraciones de leche como líquido de producto y agua como el líquido de enjuague y se analizaron ópticamente para evaluar la eficacia de uso de un sensor óptico para monitorizar un proceso de enjuague. Posteriormente, las muestras se analizaron de forma fluorométrica emitiendo luz a las muestras de fluido y generando y detectando emisiones fluorescentes procedentes de los fluidos. La Fig. 5 es un gráfico que muestra la respuesta óptica de las soluciones de leche cuando se emitió luz de una longitud de onda de 280 nanómetros a las soluciones. El eje x del gráfico es la concentración de leche en las soluciones en porcentaje en peso. El eje y del gráfico es la magnitud de la luz detectada a 340 nm para las distintas soluciones. Para este ejemplo, la respuesta óptica de las soluciones de leche fue lineal de una concentración de aproximadamente 1,6 por ciento a aproximadamente 0 por ciento, lo que indica que el intervalo de concentración puede proporcionar un buen intervalo para definir puntos de extremo del enjuague.

Ejemplo 3

Se creó y se analizó ópticamente una solución que contenía leche como el líquido de producto y agua como el líquido de enjuague. La solución comenzó al 50 por ciento en volumen de leche y al 50 por ciento en volumen de agua y posteriormente se diluyó con cantidades crecientes de agua. La solución se analizó ópticamente después de cada dilución para evaluar la eficacia de uso de un sensor óptico para monitorizar un proceso de enjuague. La Fig. 6 es un gráfico que muestra la respuesta óptica de las soluciones de leche cada vez más diluidas. El eje y del gráfico es la señal fluorométrica detectada desde la leche, medida como la señal eléctrica desde el detector óptico en milivoltios. El eje x del gráfico es el tiempo en minutos, que se ha multiplicado por cinco para ajustarse a la escala del gráfico.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:
 - 5 enjuagar un líquido de producto de consumo humano a través de un conducto de fluido con un líquido de enjuague;
 - analizar el fluido que fluye a través del conducto de fluido para determinar una concentración de producto en el fluido; y
 - 10 controlar el líquido de enjuague basándose en la concentración determinada del producto en el fluido, que comprende además comparar la concentración determinada del producto con un valor umbral,
 - 15 caracterizado por que el fluido se analiza de forma fluorométrica y por que controlar el líquido de enjuague basándose en la concentración determinada del producto comprende detener un flujo del líquido de enjuague cuando la concentración determinada es igual al valor umbral o cae por debajo del mismo.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el líquido de producto es al menos uno de un producto lácteo, un zumo y una bebida fermentada, y el líquido de enjuague consiste esencialmente en agua.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el conducto de fluido se extiende desde una salida de un depósito de descarga hasta una entrada de un depósito de recepción, y en donde analizar de forma fluorométrica el fluido que fluye a través del conducto de fluido comprende analizar de forma fluorométrica el fluido que fluye a través del conducto de fluido adyacente a la entrada del depósito de recepción.
4. El método de la reivindicación 1, en donde enjuagar el líquido de producto a través del conducto de fluido con el líquido de enjuague comprende enjuagar el líquido de producto con el líquido de enjuague de forma que la concentración del producto disminuye con el tiempo y una concentración del líquido de enjuague aumenta con el tiempo.
5. El método de la reivindicación 1, en donde analizar de forma fluorométrica el fluido que fluye a través del conducto de fluido comprende dirigir luz al fluido que fluye a través del conducto de fluido y, por lo tanto, generar emisiones fluorescentes procedentes del producto y detectar las emisiones fluorescentes emitidas por el producto.
6. El método de la reivindicación 5, en donde emitir luz hacia el fluido comprende emitir luz con una longitud de onda inferior a aproximadamente 350 nanómetros (nm), y detectar las emisiones fluorescentes comprende detectar luz con una longitud de onda superior a aproximadamente 300 nm.
7. El método de la reivindicación 1, en donde el valor umbral va de 0,5 por ciento en volumen de líquido de producto a 10 por ciento en volumen de líquido de producto.
8. El método de la reivindicación 1, que comprende además analizar una conductividad eléctrica del fluido que fluye a través del conducto de fluido y controlar además el líquido de enjuague basándose en la conductividad eléctrica determinada del fluido.
9. Un sistema (10) que comprende:
 - 50 un depósito (20) de fluido que tiene una entrada (18) configurada para su conexión a un conducto (16) de fluido;
 - una fuente (14) de líquido de producto de consumo humano configurado para su transporte a través del conducto (16) de fluido y al depósito (20) de fluido a través de la entrada (18);
 - 55 una fuente (24) de líquido de enjuague configurado para su transporte a través del conducto (16) de fluido después del líquido de producto;
 - un sensor óptico (22) configurado para analizar de forma fluorométrica el fluido que fluye a través del conducto (16) de fluido; y
 - 60 un controlador (32) configurado para recibir datos fluorométricos del sensor óptico (22) y determinar a partir de los mismos una concentración de producto en el fluido, y controlar el líquido de enjuague basándose en la concentración determinada del producto en el fluido,
 - 65

que comprende además una bomba (12) conectada a la fuente (24) de líquido de enjuague, en donde el controlador (32) está acoplado de forma comunicativa a la bomba y configurado para controlar la bomba,

5 en donde el controlador (32) está configurado además para comparar la concentración determinada del producto con un valor umbral y detener un flujo del líquido (24) de enjuague a través del conducto (16) de fluido cuando la concentración determinada es igual al valor umbral o cae por debajo del mismo.

10. El sistema de la reivindicación 9, en donde el líquido de producto comprende al menos uno de un producto lácteo, un zumo y una bebida fermentada, y el líquido de enjuague es agua.

10 11. El sistema de la reivindicación 9, en donde el sensor óptico (22) está dispuesto en la entrada (18) del depósito (20) de fluido.

15 12. El sistema de la reivindicación 9, en donde el líquido (24) de enjuague está configurado para su transporte a través del conducto (16) de fluido después de que el líquido de producto ha dejado de fluir a través del conducto de fluido, de forma que el conducto de fluido se llena con líquido de producto residual.

20 13. El sistema de la reivindicación 9, en donde el sensor óptico (22) está configurado para analizar de forma fluorométrica el fluido que fluye a través del conducto (16) de fluido dirigiendo luz al fluido que fluye a través del conducto de fluido y, por lo tanto, generando emisiones fluorescentes procedentes del producto y detectando las emisiones fluorescentes emitidas por el producto.

25 14. El sistema de la reivindicación 9, en donde el sensor óptico (22) está configurado además para analizar una conductividad eléctrica del fluido que fluye a través del conducto (16) de fluido y el controlador (32) está configurado para controlar además el líquido (24) de enjuague basándose en la conductividad eléctrica determinada del fluido.

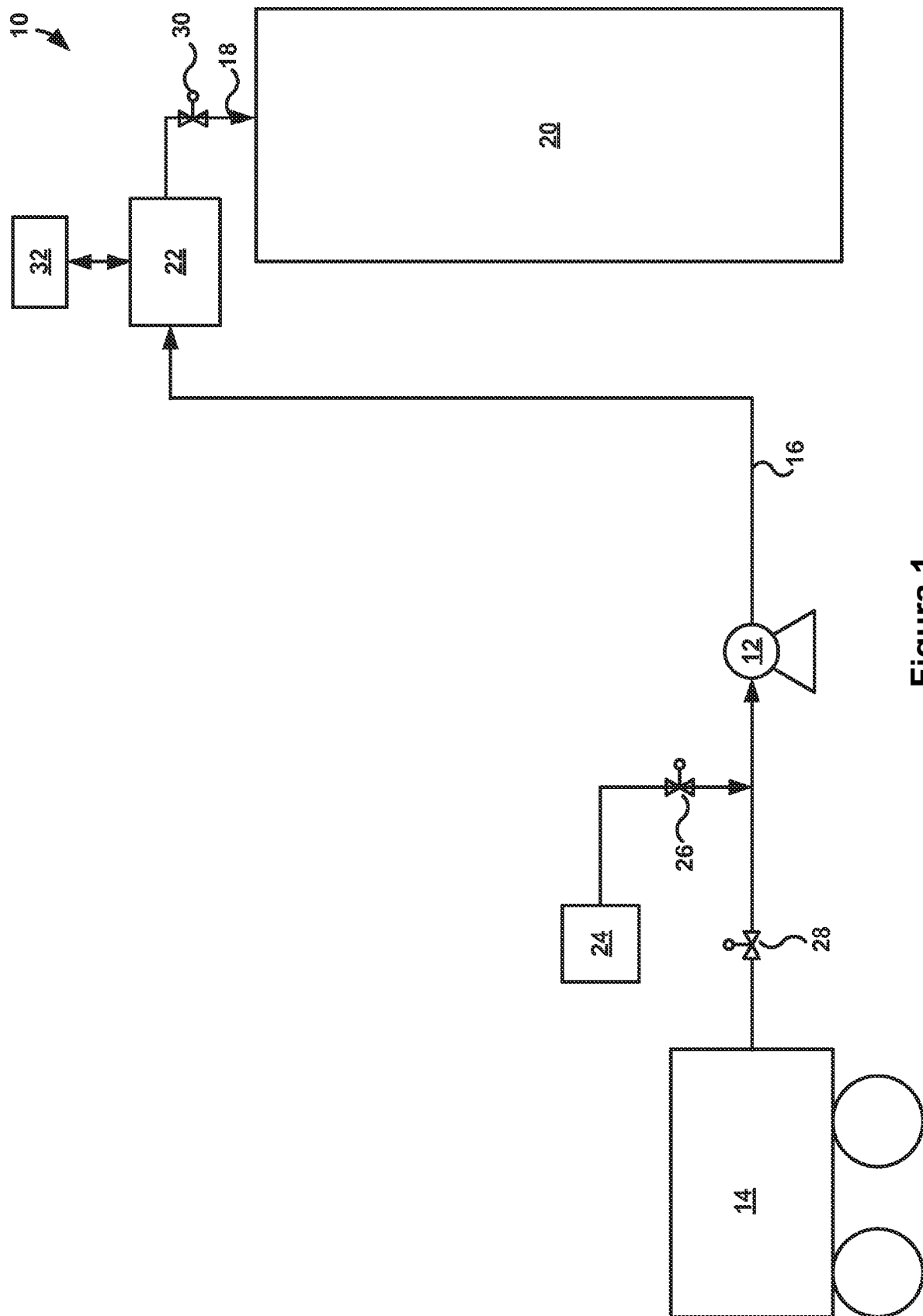


Figura 1

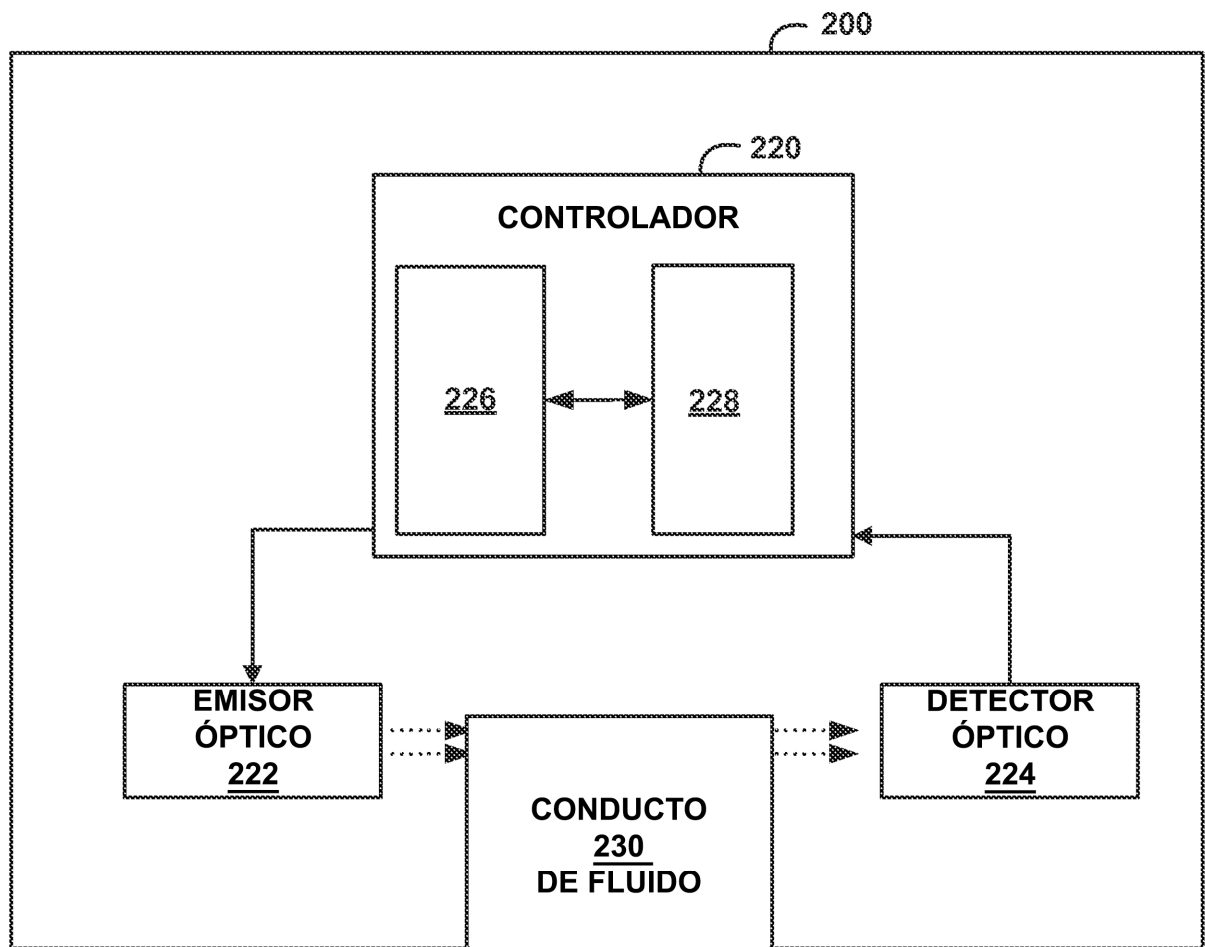


Figura 2

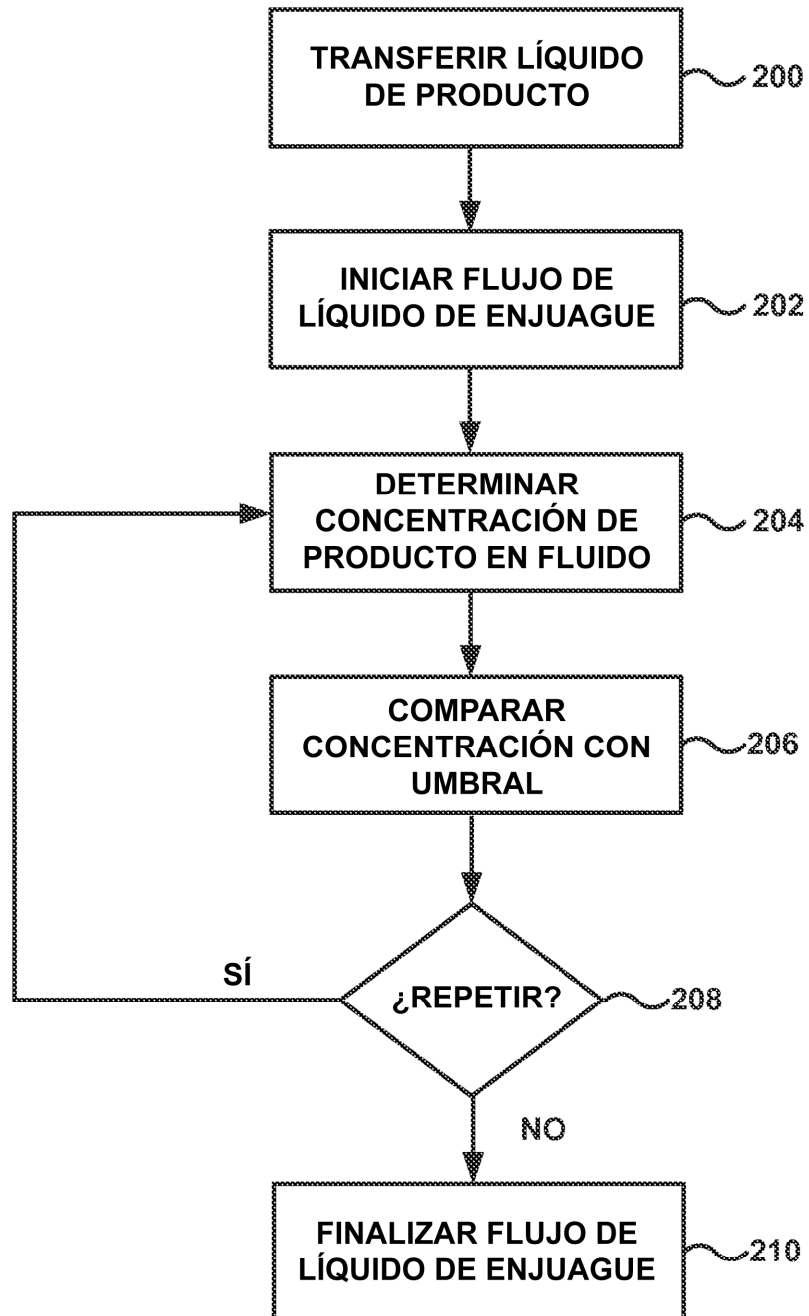


Figura 3

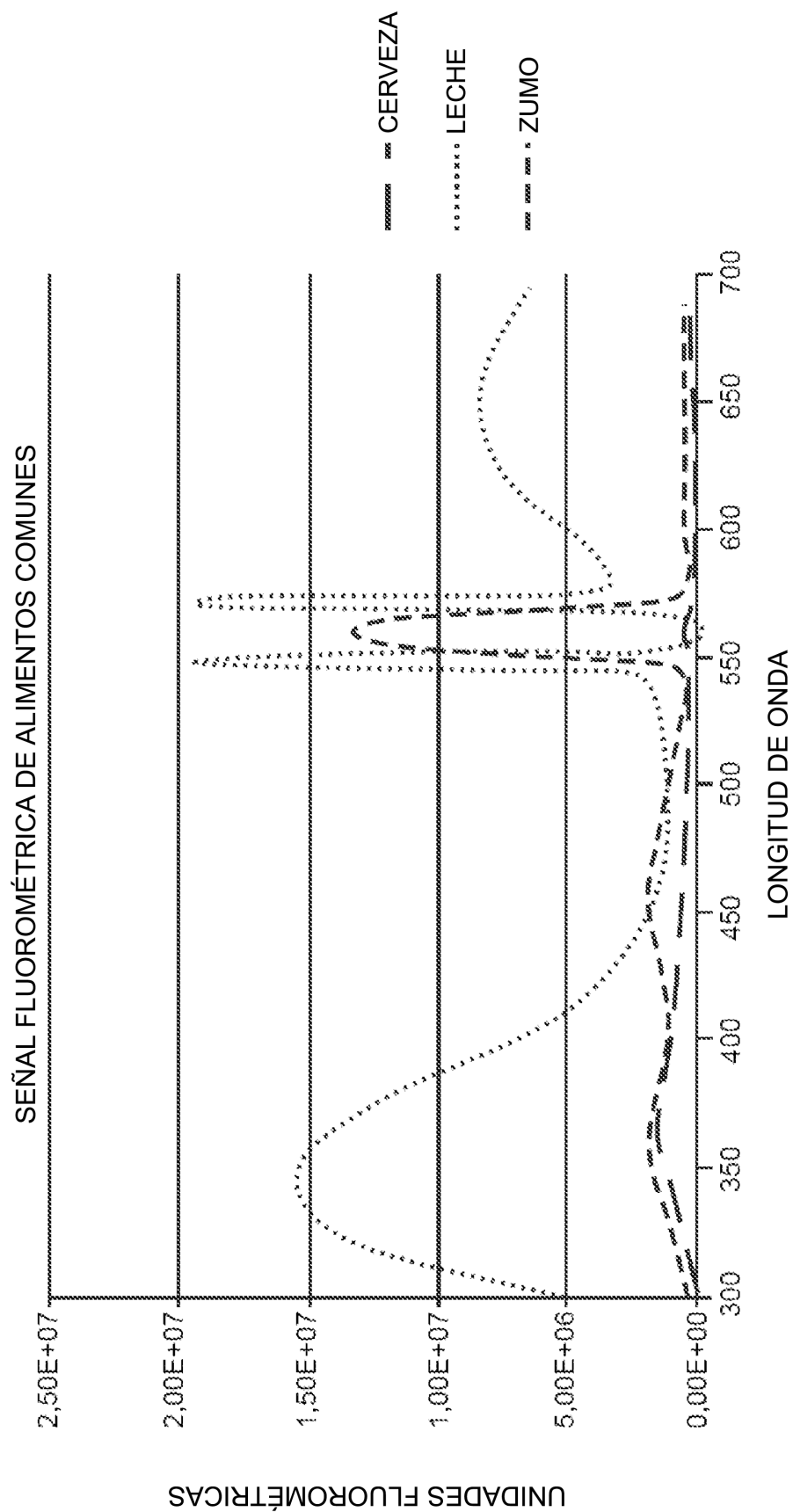


Figura 4

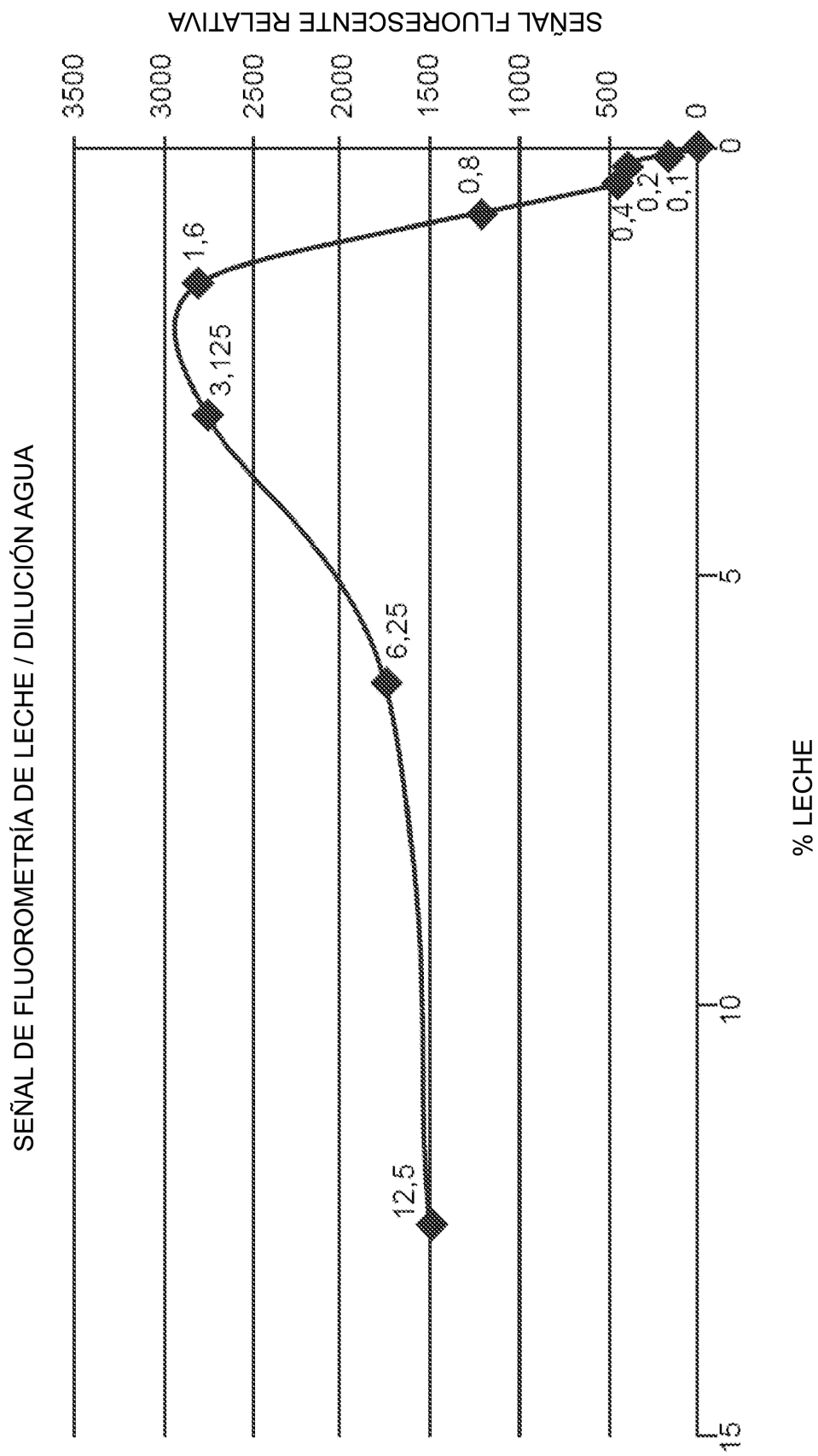


Figura 5

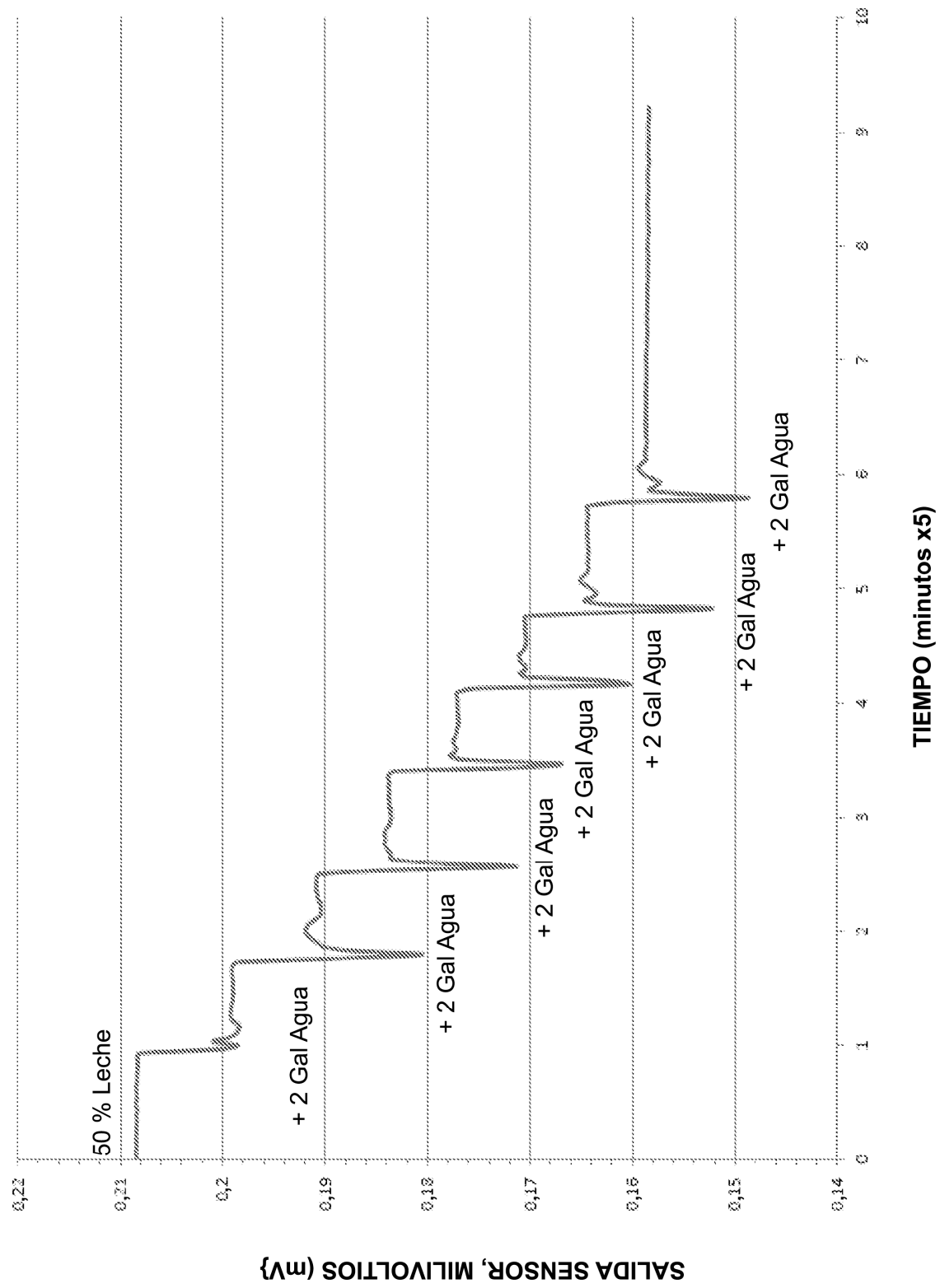


Figura 6