



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 325 837**

(51) Int. Cl.:  
**B41J 2/18** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05825323 .8**

(96) Fecha de presentación : **15.12.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1846245**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

(54) Título: **Sistema y procedimiento de alimentación de tinta a un cabezal de impresión de vaivén en un aparato de impresión por inyección de tinta.**

(30) Prioridad: **17.12.2004 EP 04106662**  
**04.03.2005 US 648020 P**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.09.2009**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.09.2009**

(73) Titular/es: **AGFA GRAPHICS N.V.**  
**Septestraat 27**  
**2640 Mortsel, BE**

(72) Inventor/es: **Wouters, Paul;**  
**Verhoest, Bart;**  
**Van de Wynckel, Werner;**  
**Janssens, Robert y**  
**Kempeneers, Erwin**

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

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

Sistema y procedimiento de alimentación de tinta a una cabezal de impresión de vaivén en un aparato de impresión por inyección de tinta.

### Campo de la invención

La presente invención se refiere a aparatos de deposición de gotitas y especialmente a aparatos de impresión por inyección de tinta. La invención se refiere más específicamente a sistemas de distribución de tinta para impresoras de inyección de tinta.

### Antecedentes de la invención

Se usan impresoras para imprimir la salida de ordenadores o dispositivos de tipo similar que generan información, sobre un medio de registro tal como papel. Los tipos de impresoras comúnmente disponibles incluyen impresoras de impacto, impresoras láser e impresoras de inyección de tinta. El término “inyección de tinta” abarca varios procesos físicos y hardware, pero básicamente estas impresoras transfieren tinta desde un suministro de tinta al medio de registro en una configuración de finas gotas de tinta. Los cabezales de impresión por inyección de tinta producen gotas de forma continua o a demanda. “De forma continua” significa que se crea una corriente continua de gotas de tinta, por ejemplo, presurizando el suministro de tinta. “A demanda” difiere de “continuo” en que las gotas de tinta solamente son expulsadas de un cabezal de impresión por manipulación de un proceso físico para superar momentáneamente las fuerzas de tensión superficial que mantienen la tinta en el cabezal de impresión. La tinta se mantiene en una boquilla, formando un menisco. La tinta permanece en posición a no ser que alguna otra fuerza supere las fuerzas de tensión superficial que son inherentes al líquido. La práctica más común es elevar de repente la presión de la tinta, expulsándola de la boquilla. Una categoría de cabezales de impresión por inyección de tinta de gota a demanda usa el fenómeno físico de electrostricción, un cambio en la dimensión del transductor en respuesta a un campo eléctrico aplicado. La electrostricción es más fuerte en materiales piezoeléctricos y por lo tanto estos cabezales de impresión se denominan cabezales de impresión piezoeléctricos. El cambio dimensional muy pequeño del material piezoeléctrico se implementa en una zona grande para generar un cambio de volumen que es suficientemente grande para expulsar una gota de tinta de una cámara pequeña. Un cabezal de impresión piezoeléctrico incluye múltiples pequeñas cámaras de tinta, dispuestas en serie, teniendo cada una una boquilla individual y un porcentaje de zona de pared transformable para crear los cambios de volumen requeridos para expulsar una gota de tinta de la boquilla, según los principios de la electrostricción.

La presente invención se refiere a la forma en que se suministra tinta a las cámaras de tinta, el acondicionamiento de la tinta y el impacto del acondicionamiento de la tinta en la operación de un cabezal de impresión por inyección de tinta.

#### *Aire atrapado en las cámaras de tinta*

Es conocido que la presencia de burbujas de aire en la cámara de tinta de un cabezal de impresión piezoeléctrico a menudo produce el fallo operativo del cabezal de impresión. Si hay aire en la cámara de tinta, los cambios de presión previstos resultantes de la deformación piezoeléctrica de parte de las paredes de la cámara de tinta serán absorbidos por el aire, sin que quede afectada la presión de la tinta. La fuerza de tensión superficial de la tinta en la boquilla mantiene el menisco y no se expulsarán gotas de la cámara de tinta. A las frecuencias a las que operan los transductores piezoeléctricos en el cabezal de impresión piezoeléctrico, es decir, en el rango de khz a Mhz, no solamente las burbujas de aire, sino también el aire disuelto en la tinta pueden producir fallo operativo, como se ha descrito anteriormente. En la técnica anterior, se han descrito conceptos para evitar burbujas de aire en la cámara de tinta creando una trampa de aire hacia arriba de la cámara de tinta, es decir, antes de que la tinta entre en la cámara de tinta. Se han propuesto soluciones en EP-A-0 714 779 y US 4.929.963 en forma de amortiguadores de aire o separadores de gases que permiten que las burbujas de aire suban y sean evacuadas de la tinta en un depósito intermedio antes de que la tinta sea suministrada al cabezal de impresión. En US 5.771.052 se describe un tubo desaireador como una parte interna de un cabezal de impresión por inyección de tinta. El tubo desaireador es una membrana tubular permeable al aire e impermeable a la tinta que permite sacar aire de la tinta, a través de la membrana, mediante una fuente de vacío.

#### *Control de contrapresión en la boquilla en aplicaciones de exploración rápida*

Un segundo punto de atención en los sistemas de suministro de tinta es la presión en la boquilla, que es crítica para un cabezal de impresión bien sintonizado y de buen funcionamiento. Los cabezales de impresión por inyección de tinta operan mejor a una presión ligeramente negativa de la boquilla o contrapresión. En la práctica esto se logra a menudo manteniendo una diferencia de altura entre la superficie libre de tinta en un depósito ventilado de suministro de tinta y el menisco en la boquilla. Es decir, la superficie libre de tinta en el depósito de suministro ventilado se mantiene gravimétricamente un par de centímetros por debajo del nivel del menisco en la boquilla. Esta diferencia de altura establece una diferencia de presión hidrostática para controlar la contrapresión en la boquilla. En configuraciones de cabezal de impresión alternativo el depósito de suministro de tinta está situado fuera del eje, es decir, sin exploración, porque de otro modo la posición bajada del depósito de suministro de tinta en función del cabezal de impresión interferiría con el recorrido de transporte del medio de impresión. Se usan tubos flexibles para conectar el depósito

de suministro de tinta fuera del eje con el cabezal de impresión en el eje, como se describe, por ejemplo, en US 4.929.963. Durante la aceleración y deceleración del cabezal de impresión, en los tubos se crean ondas de presión que pueden perturbar de forma significativa el equilibrio de presión en el menisco y pueden dar lugar a goteo de la boquilla en el caso de una disminución de presión negativa, o a la rotura del menisco en el caso de un aumento de la presión negativa y entrada de aire en el canal de tinta. Se han propuesto muchos acercamientos para controlar la contrapresión en aplicaciones de cabezales de impresión alternativos. En EP-A- 1 120 257 y US 6.485.137 se describen mecanismos de regulación de contrapresión en forma de amortiguadores o reductores de presión montados conjuntamente con el cabezal de impresión en el carro alternativo. Para aceleraciones y deceleraciones del carro por encima de 1G, el tiempo de respuesta de estos dispositivos es insuficiente. En EP-A- 1 142 713 se usa un depósito secundario ventilado. El depósito secundario sirve como un depósito local de tinta cerca del cabezal de impresión y se llena intermitentemente desde un depósito principal situado fuera del eje. La solución proporciona un mejor control de la contrapresión de la boquilla manteniendo una diferencia local de presión hidrostática entre la superficie libre de tinta del depósito secundario ventilado y el menisco.

*Degradación con el tiempo de las propiedades de la tinta en cabezales de impresión (especialmente para boquillas inactivas durante un período de tiempo más largo)*

Aunque las propiedades de la tinta de inyección se pueden controlar bien en la fabricación y mantener a un nivel razonable durante el transporte y almacenamiento, algunas propiedades de la tinta se pueden degradar cuando la tinta se usa en un sistema de tinta o mantienen en el cabezal de impresión. Por ejemplo, las tintas de inyección conteniendo COVs (compuestos orgánicos volátiles) a menudo experimentan evaporación de algunos COVs en el menisco de tinta en la boquilla. La viscosidad de la tinta cambiará localmente en la boquilla, lo que tiene un efecto negativo en sus propiedades de expulsión y potencialmente dan lugar a fallo de la boquilla. El tiempo que tarda una tinta en degradarse dando lugar a un fallo de la boquilla, se denomina a menudo su período de latencia. Los problemas de latencia se evitan o solucionan a menudo mediante el mantenimiento regular de las boquillas, por ejemplo purgando la boquilla de modo que entre tinta “nueva” en la boquilla. Junto a estos problemas, se ha hallado que si el tiempo de retención de tinta en un sistema de suministro de tinta es demasiado largo, por ejemplo durante interrupciones de la producción o durante la noche, se pueden producir efectos como sedimentación de dispersiones, auto-curado, etc. En muchos casos, una operación fiable de una impresora de inyección de tinta después de una interrupción de la producción o parada de la producción solamente se logra después de un amplio procedimiento de arranque, incluyendo la purga de una cantidad significativa de tinta degradada retenida en todo o en parte del sistema de suministro de tinta para asegurar que la tinta en las cámaras de tinta del cabezal de impresión sea de buena calidad y funcione fiablemente en el cabezal de impresión. A menudo estas cantidades de tinta purgada no son reutilizables dentro de la preparación de la impresora. EP-A- 0 968 827 describe un sistema de circulación de tinta donde una mezcla de un disolvente de tinta y una tinta más espesa es gestionada para uso en diferentes condiciones operativas, por ejemplo lavado inicial, impresión o limpieza del cabezal de impresión.

Para equipo impresor de inyección de tinta de tipo profesional, donde son de la máxima importancia las altas velocidades de impresión y la fiabilidad, el acondicionamiento de la tinta es crítico. Las soluciones propuestas en la técnica anterior solamente resuelven parcialmente algunos de los problemas descritos anteriormente. Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de tinta, incorporado en una impresora de inyección de tinta, que pone la tinta en condición óptima inmediatamente después del arranque y la mantiene en condición óptima durante la impresión.

## Resumen de la invención

Uno de los retos al controlar las condiciones operativas de un sistema de tinta en configuraciones alternativas de cabezales de impresión se refiere al control de la contrapresión en el cabezal de impresión mientras imprime y va de un lado al otro en un carro, como ya se ha explicado en la sección “Antecedentes de la invención”. La invención proporciona una respuesta a este reto poniendo todos los componentes del sistema de tinta que suministran directamente y/o recuperan la tinta a y/o del cabezal de impresión sobre el carro para movimiento alternativo junto con el cabezal de impresión. En una realización de la invención, esto se lleva a cabo proporcionando un sistema de circulación de tinta según la reivindicación 1. Un segundo recorrido de fluido acopla el depósito de retorno secundario con el depósito de suministro secundario y alimenta la tinta del depósito de retorno secundario de nuevo al depósito de suministro secundario. El segundo recorrido de fluido puede estar situado fuera del eje y tener conexiones flexibles con los componentes del sistema de tinta en el carro, o también puede estar situado en el carro.

Una ventaja de la invención es que se minimiza la cantidad de tubos a y del cabezal de impresión, generalmente conocido como uno de los componentes que introducen ondas de presión en la tinta como resultado de la aceleración y deceleración del carro.

Características específicas de otras realizaciones preferidas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Otras ventajas y realizaciones de la presente invención serán evidentes por la descripción siguiente y los dibujos.

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa una vista esquemática de una primera realización de un sistema de tinta según la presente invención.

La figura 2A, 2B y 2C muestran la superficie libre de tinta en un depósito secundario en aceleración o deceleración y la posición preferida de entradas y salidas de tinta del depósito secundario.

La figura 3 representa una vista esquemática de una realización alternativa de un depósito secundario.

La figura 4 representa una vista esquemática de una realización de un sistema de tinta en carro según la invención, adecuado para conectar un cabezal de impresión del tipo de disparo de extremo.

La figura 5 representa el flujo de tinta a través de un cabezal de impresión en función de la diferencia de presión entre el depósito de retorno secundario y el depósito de suministro secundario, en una realización específica de la invención.

La figura 6 representa la eficiencia de extracción de gas disuelto en función del flujo de tinta a través de la unidad de desgasificación activa, en un ejemplo no reivindicado.

La figura 7 representa una realización alternativa de una unidad de desgasificación.

La figura 8 representa una realización alternativa de relleno del sistema de tinta con tinta nueva.

La figura 9 representa una realización alternativa de un sistema de circulación de tinta, especialmente adecuado para configuraciones de múltiples cabezales de impresión.

La figura 10 representa una realización alternativa de un sistema de circulación de tinta con una operación mejorada de una unidad de desgasificación.

La figura 11 representa una realización de una unidad de desgasificación con una conexión de vacío controlable.

## Descripción detallada de la invención

La aplicabilidad de la presente invención es de amplio alcance.

### *Aplicabilidad relativa a la configuración de la impresora*

La invención se puede aplicar en impresoras con configuraciones de cabezal de impresión alternativo conocidas en el mercado SOHO, es decir, las impresoras de inyección de tinta para oficinas y domésticas, y el mercado de formato ancho, por ejemplo para aplicaciones de punto de venta, publicidad, etc. En estos tipos de aparatos de impresión, los cabezales de impresión por inyección de tinta se mueven en una primera dirección, la dirección de exploración rápida, a través del medio de registro, mientras imprimen gotas de tinta sobre el medio de registro. Entre dos operaciones de exploración rápida, el medio de registro es enviado en una segunda dirección, la dirección de exploración lenta perpendicular a la dirección de exploración rápida, con el fin de presentar una parte no impresa del medio de registro debajo de la trayectoria de impresión en exploración rápida del cabezal de impresión. Se pueden montar múltiples cabezales de impresión sobre un solo carro que se mueve de un lado al otro a lo largo de la dirección de exploración rápida. Se han descrito y están disponibles comercialmente numerosas configuraciones de impresora y métodos de impresión incluyendo cabezales de impresión alternativos.

En contraposición a las configuraciones de cabezal de impresión alternativo, también se conocen configuraciones de matriz fija. En la configuración de matriz fija, los cabezales de impresión son estacionarios y solamente el medio de registro es movido en una dirección de alimentación mientras que los cabezales de impresión están imprimiendo. Los cabezales de impresión estacionarios pueden imprimir un renglón específico del medio de registro, por ejemplo para impresión de datos variables de etiquetas de nombre y dirección dentro de una zona dedicada en forma preimpresa, o los cabezales de impresión estacionarios se pueden disponer en una matriz para imprimir páginas a lo ancho, por ejemplo para impresión digital de material de empaquetado o etiquetas en una prensa digital de pasada única.

A excepción de los aparatos de impresión SOHO, casi todos los aparatos de impresión por inyección de tinta usan un sistema de tinta que distribuye tinta desde un depósito sustituible de suministro de tinta a los cabezales de impresión por inyección de tinta. La tinta es expulsada como gotitas individuales por las boquillas del cabezal de impresión, según una configuración predefinida. Dependiendo de la aplicación, esta configuración puede representar una imagen en una aplicación de impresión de pósters, una estructura conductora en una aplicación para electrónica impresa, pistas de cola en una aplicación de unión, etc. La presente invención puede ser implementada en cualquiera de estos aparatos de impresión por inyección de tinta.

*Aplicabilidad relativa a la tecnología del cabezal de impresión*

Impresión por inyección de tinta es un término genérico para varias tecnologías de impresión diferentes que expulsan gotas de tinta por una boquilla de cabezal de impresión en la dirección de un medio de registro. Las tecnologías más importantes de cabezales de impresión por inyección de tinta de hoy día incluyen inyección continua de tinta, inyección térmica de gotas de tinta a demanda e inyección piezoeléctrica de gotas de tinta a demanda. Dentro de la tecnología de inyección de gotas de tinta a demanda podemos distinguir además entre cabezales de impresión del tipo de disparo de extremo, cabezales de impresión del tipo de disparo lateral y cabezales de impresión del tipo de flujo, dependiendo de su diseño. Los cabezales de impresión de disparo de extremo se caracterizan por tener las boquillas en el extremo de las cámaras de tinta, mientras que los cabezales de impresión de disparo lateral se caracterizan por tener sus boquillas en un lado de las cámaras de tinta. Los cabezales de impresión de disparo de extremo y de disparo lateral requieren una conexión de tinta para proporcionar la tinta mediante un colector de tinta a una pluralidad de cámaras de tinta individuales cada una de las cuales tiene medios de accionamiento para expulsar una gota de tinta a través de su boquilla. La tinta suministrada al cabezal de impresión es retenida en el cabezal de impresión hasta que es expulsada de una boquilla. Por otra parte, los cabezales de impresión de flujo se caracterizan por tener un flujo continuo de tinta a través de las cámaras de tinta, es decir, la tinta fluye mediante una entrada de tinta a un colector de suministro, a través de una pluralidad de cámaras de tinta individuales, que terminan en un colector desde donde la tinta sale del cabezal de impresión mediante una salida de tinta. Solamente una pequeña parte del volumen de tinta que fluye de forma continua a través de las cámaras de tinta, se usa para expulsar gotas de tinta de la boquilla, por ejemplo menos de 10%. También se conocen diseños híbridos de cabezales de impresión, por ejemplo cabezales de impresión del tipo de disparo de extremo donde el colector de tinta tiene una entrada de tinta y una salida de tinta. Aquí la tinta contenida en las cámaras de tinta de disparo de extremo es retenida en el cabezal de impresión hasta que se usa; la tinta en el colector de tinta puede ser refrescada de forma continua.

La presente invención es independiente de la tecnología del cabezal de impresión por inyección de tinta o del tipo de cabezal de impresión. Aunque las realizaciones descritas en detalle en las secciones siguientes de la descripción detallada tratarán principalmente de cabezales de impresión de tipo piezoeléctrico híbrido, es decir, un disparador de extremo con características de flujo pasante, la invención es igualmente aplicable a otro tipo de cabezal de impresión, como será evidente por la descripción siguiente.

*Aplicabilidad relativa a las tintas de inyección*

Las “tintas” usadas para procesos de impresión por inyección de tinta ya no se limitan a material de impresión en color para reproducción de imágenes, sino que hoy día incluyen también materiales estructurantes para la impresión de pantallas OLED, materiales conductores electrónicos para etiquetas RFID impresas, materiales adhesivos, etc. Especialmente la tecnología piezoeléctrica de inyección de tinta se utiliza a menudo para lanzar varios materiales líquidos distintos de tintas de impresión tradicionales porque la física que subyace a la inyección de tinta piezoeléctrica, es decir, la electrostricción, no impone limitaciones a la composición química del material líquido a lanzar. Éste no es el caso de la tecnología de inyección de tinta térmica que requiere una “evaporación” local de la tinta, o la tecnología de inyección de tinta continua que requiere la “carga electrostática” de las gotas de tinta.

Desde el punto de vista de la composición química, las tintas de inyección se clasifican a menudo en familias en base al material de soporte, por ejemplo agua, usado para soportar el material funcional, por ejemplo pigmentos. Los ejemplos de familias de tintas basadas en el soporte usado incluyen tintas a base de agua, tintas de disolvente, tintas a base de aceite, tintas curables UV o EB, tintas de fusión en caliente, y tintas eco-solvente y bio recientemente introducidas dirigidas al uso inocuo para el medio ambiente.

Por la explicación en los antecedentes de la invención se sabe que el rendimiento y la fiabilidad de los sistemas de impresión por inyección de tinta aumentan con el uso de tintas desgasificadas porque las burbujas de aire indeseadas que se desarrollan en las cámaras de tinta, perturban seriamente el proceso de generación de gotas e incluso puede dar lugar a fallo del proceso de expulsión de tinta. Por lo tanto, se prefiere usar una tinta desgasificada en el proceso de impresión. Aunque la presente invención se describirá con más detalle con referencia a una tinta curable UV, la invención no se limita a tintas curables UV, sino que también se puede usar para mejorar el rendimiento de otros tipos de tinta.

Por los antecedentes de la invención también se conoce que algunas dispersiones de tinta sedimentan fácilmente cuando se dejan demasiado tiempo sin agitar. Un ejemplo típico es una tinta pigmentada que utiliza dióxido de titanio como un pigmento blanco. Estas tintas requieren una circulación continua para mantener la dispersión de tinta adecuada a efectos de la inyección.

*Primera realización**Descripción*

En la figura 1 se representa un diagrama esquemático de un sistema de tinta 1 que realiza la invención. El sistema de tinta 1 se puede dividir en un sistema de tinta fuera de eje 2 y un sistema de tinta en carro 3. La división en dos partes separadas puede ser ventajosa en impresoras de inyección de tinta con cabezales de impresión alternativos. El sistema de tinta en carro 3 se puede colocar aquí conjuntamente con el cabezal de impresión en un solo carro alternativo, y

el sistema de tinta fuera de eje 2 puede ser estacionario con respecto a la operación alternativa de los cabezales de impresión. En configuraciones de cabezales de impresión de matriz fija como en prensas digitales de pasada única, ambas partes pueden ser estacionarias. El sistema de tinta en carro 3 incluye un cabezal de impresión por inyección de tinta que tiene dos series de boquillas 10a y 10b, ambas series pueden estar entrelazadas con el fin de proporcionar una resolución de impresión que tiene una resolución intrínseca doble de la serie de boquillas individuales. El cabezal de impresión tiene una entrada de tinta 11 para recibir tinta de un depósito de suministro secundario 20, y una salida de tinta 12 para devolver tinta a un depósito de retorno secundario 30.

El cabezal de impresión puede tener medios de acondicionamiento, generalmente indicados con el número de referencia 15 en la figura 1, por ejemplo, elementos de calentamiento para operar la tinta a temperatura elevada o un colector de calor para enfriar la electrónica y otras partes de disipación de calor. Los medios de acondicionamiento 15 tienen sus propias conexiones eléctricas o de fluido a un circuito de acondicionamiento separado generalmente indicado con 19 en la figura 1. Por ejemplo, el cabezal de impresión 10 puede estar conectado a un sistema de circulación de fluido donde un fluido de acondicionamiento a temperatura elevada se hace circular para (pre)-calentar el cabezal de impresión a su temperatura operativa. El sistema de circulación de fluido puede pasar otros componentes del sistema de tinta que pueden beneficiarse del (pre)-calentamiento, por ejemplo, el depósito de suministro secundario 20 donde la tinta puede ser (pre)-calentada antes de ser suministrada al cabezal de impresión 10. El (pre)-calentamiento de la tinta en el depósito de suministro secundario 20 tiene la ventaja de reducir la solubilidad del gas en la tinta, un tema a explicar más tarde cuando se explique la desgasificación activa. Un ejemplo práctico puede ser que el sistema de circulación de fluido incluya partes de extrusión a través de las que fluye un fluido de acondicionamiento a temperatura elevada y sobre las que se puede montar el depósito de suministro secundario 20 con el fin de crear una interface de intercambio térmico entre el fluido de acondicionamiento y el depósito de suministro secundario.

El depósito de suministro secundario 20 incluye un depósito cerrado 29 para contener tinta, una entrada de tinta 21 para rellenar la tinta en el depósito, una salida de tinta 22 para alimentar tinta al cabezal de impresión, una conexión de presión 23 para aplicar una presión al depósito cerrado y uno o más sensores de nivel de tinta 25, 26, 27 para supervisar la superficie libre de tinta en el depósito 29. Estos sensores pueden enviar una señal analógica que represente, por ejemplo, una medición de nivel continua, o una señal digital, por ejemplo en caso de un interruptor de nivel. En la descripción siguiente de la invención se puede usar ambos tipos de sensores, o combinaciones de tipos de sensores. Con referencia a la figura 1, los tres sensores de nivel de tinta pueden estar configurados como un sensor de nivel mínimo 25 usado para iniciar el proceso de relleno de tinta combinado con un máximo sensor de nivel 27 usado para detener el proceso de relleno; puede haber solamente un sensor de nivel operativo 26 con un rango de histéresis de hardware o software para crear una funcionalidad similar; puede haber una combinación donde se usa un solo sensor de nivel operativo 26 y los sensores de nivel 25 y 27 se usan como indicaciones de alarma por flujo insuficiente y rebosamiento, u otra combinación. En general, la finalidad de los sensores es supervisar el nivel de tinta en el depósito 29 y disparar el inicio y la parada del proceso de relleno de tinta, así como condiciones de indicación de alarma como rebosamiento o flujo insuficiente del nivel de tinta en el depósito secundario. Múltiples realizaciones de depósitos secundarios de suministro de tinta se han descrito en EP-A- 1 142 713, todas las cuales se pueden usar con la presente invención. El depósito de retorno secundario 30 puede ser una "copia" del depósito de suministro secundario 20, que tiene características similares para realizar funciones equivalentes, por ejemplo, la entrada de tinta 31 recibe tinta del cabezal de impresión, la salida de tinta 32 drena tinta del depósito de retorno secundario 30, los sensores de nivel de tinta 35, 36 y 37 supervisan la superficie de tinta libre en el depósito de retorno secundario 30 y controlan el proceso de drenaje. Preferiblemente, las entradas y salidas de los depósitos secundarios están situadas en la parte inferior del depósito cerrado y en un eje de simetría del depósito que es perpendicular a la dirección de exploración rápida. El por qué resulta claro por la investigación de la superficie de tinta libre en los contenedores cuando los contenedores se están acelerando o decelerando. Durante la aceleración y deceleración, la superficie de tinta libre se inclina o disminuye debido a la inercia de la masa de tinta. Esto se ilustra en las figuras 2A, 2B y 2C. En un plano de simetría del depósito, perpendicular a la dirección de aceleración o deceleración, la altura de la superficie de tinta libre 28 es constante, dando lugar a una presión hidrostática constante en dicha posición. Dado que las presiones hidrostáticas de la tinta son parte del mecanismo para crear una contrapresión en las boquillas del cabezal de impresión, es ventajoso tener al menos la salida de tinta 22 del depósito de suministro secundario 20 y la entrada de tinta 31 del depósito de retorno secundario 30 colocadas en un plano de simetría de su depósito, perpendicular a la dirección de exploración rápida. Para una operación fiable y constante, también puede ser ventajoso hacer que los sensores de nivel de tinta de los depósitos secundarios midan en estos planos de simetría. El comportamiento de la superficie de tinta libre 28 durante la aceleración o deceleración se ilustra en las figuras 2A a 2C. La figura 2A representa una superficie de tinta libre de estado de régimen 28 cuando el depósito de suministro secundario 20 no acelera ni decelera. La figura 2B representa la situación de un depósito de suministro secundario 20 en aceleración y la figura 2C representa la situación de un depósito de suministro secundario 20 en deceleración. En los tres ejemplos, la altura de la superficie de tinta libre 28, y por lo tanto también la presión hidrostática, en el plano de simetría indicado es constante. Como se representa en las figuras, la salida de tinta 22 está situada preferiblemente en el plano de simetría. Además, el volumen de aire en los depósitos cerrados 29 y 39 de los respectivos depósitos secundarios también actúa como un amortiguador de alta frecuencia que reduce el ruido externo. El depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30 se pueden prever como partes mecánicas separadas o pueden estar integrados en un solo conjunto, es decir la funcionalidad de ambos depósitos secundarios puede estar integrada en una sola pieza de plástico moldeada. Se prefiere que los depósitos secundarios estén colocados justo encima del cabezal de impresión correspondiente. Esta posición es ventajosa porque los tubos y otras conexiones de tinta entre los depósitos secundarios y el cabezal de impresión tendrán un mínimo de secciones horizontales de transporte de tinta que pueden ser responsables de las variaciones de presión inducidas durante la aceleración y deceleración del carro del cabezal de impresión.

## ES 2 325 837 T3

Ahora se describirá el sistema de tinta fuera de eje 2 con referencia continuada a la figura 1. El sistema de tinta fuera de eje tiene un lado de suministro y un lado de retorno. En el lado de suministro, el sistema de tinta fuera de eje incluye un depósito principal de tinta 70, un depósito de suministro 40 y una unidad de desgasificación 60. En el lado de retorno, el sistema de tinta fuera de eje incluye un depósito de retorno 50. El lado de suministro y el lado de retorno están conectados hidráulicamente mediante una conexión en serie de una válvula de retención 74, un filtro 75 y una bomba 76, entre la salida de tinta 52 del depósito de retorno 50 y la entrada de tinta 41 del depósito de suministro 40. La bomba 76 debe ser adecuada para bombear tintas de inyección y deberá resistir la contrapresión resultante de la diferencia de presión entre la presión en el depósito de suministro 40 y la presión en el depósito de retorno 50. Una bomba adecuada puede ser una bomba de líquido de microdiafragma NF60 de KNF Neuberger. El filtro 75 es preferiblemente un filtro que impide que vuelva a entrar al recorrido de suministro material de obstrucción en la tinta devuelta. Un filtro adecuado puede ser un filtro tipo MAC de Pall. Se usa preferiblemente un MACCA0303 para tintas curables UV y se desea un régimen de extracción de  $3\text{ }\mu\text{m}$ . Esta conexión hidráulica permite la reentrada de tinta devuelta a la cadena de suministro, creando así un sistema de tinta circulante. El depósito de suministro 40, con la entrada de tinta 48, también está conectado hidráulicamente a un depósito principal de tinta 70 para suministro de tinta nueva al sistema de circulación mediante una conexión serie de una válvula de retención 71, un filtro 72 para filtrar partículas sólidas con dimensiones superiores a unos  $3\text{ a }5\text{ }\mu\text{m}$  de la tinta y una bomba 73 que puede ser una bomba peristáltica adecuada para bombear tintas de inyección y resistir la contrapresión en el depósito de suministro 40. El depósito de suministro 40 y el depósito de retorno 50 están diseñados de modo que se puedan presurizar mediante una conexión de presión 43, respectivamente 53. También pueden contener uno o más sensores de nivel de tinta para supervisar la superficie de tinta libre en los depósitos. La realización ilustrada en la figura 1 usa sensores únicos de nivel de tinta 46, respectivamente 56, con una histéresis de hardware o software alrededor de su nivel de conmutación, para crear señales de disparo para iniciar y parar las operaciones de llenado, respectivamente de drenaje, pero se puede aplicar otros métodos de detección de nivel que pueden servir para disparar las operaciones de llenado o drenaje. En el lado de suministro del sistema de tinta fuera de eje 2 se facilita una unidad de desgasificación de flujo pasante activo 60. La unidad de desgasificación tiene una entrada de tinta 61 que recibe tinta de la salida de tinta 42 del depósito de suministro 40, y una salida de tinta 62 que suministra tinta desgasificada al lado de suministro de tinta del sistema de tinta en carro 3. La unidad de desgasificación tiene además una conexión de vacío 63 para aplicar el vacío usado para desgasificar la tinta. La unidad de desgasificación es del tipo de flujo pasante que quita de forma continua el gas disuelto de la tinta durante la circulación de la tinta, hasta un valor asintótico de gas disuelto en la tinta. El valor asintótico puede ser una función del vacío aplicado, la tasa de flujo pasante de tinta y naturalmente las especificaciones del desgasificador. Un ejemplo de una unidad de desgasificación de flujo pasante adecuada para tintas de inyección puede ser una unidad de desgasificación del tipo de membrana de fibra hueca MiniModule que se puede obtener de Membrana GmbH. Finalmente, el sistema de tinta fuera de eje está conectado al sistema de tinta en carro mediante dos válvulas. Una válvula de relleno 24 conecta el lado de suministro del sistema de tinta fuera de eje 2 con la entrada de tinta 21 del depósito de suministro secundario 20 del sistema de tinta en carro 3. Una válvula de drenaje 34 conecta el lado de retorno del sistema de tinta fuera de eje 2 con la salida de tinta 32 del depósito de retorno secundario 30 del sistema de tinta en carro 3. La válvula de relleno 24 y la válvula de drenaje 34 pueden estar en el carro, es decir en el sistema de tinta en carro 3, o ser estacionarias en la impresora, es decir en el sistema de tinta fuera de eje 2. Preferiblemente residen en el carro, muy cerca de los depósitos secundarios, de modo que puedan impedir que las ondas de presión dinámica, generadas en los tubos usados para conectar el sistema de tinta en carro 3 con el sistema de tinta fuera de eje 2, se propaguen a los depósitos secundarios y también al cabezal de impresión.

A modo de ejemplo, la unidad de desgasificación 60 en la realización de la figura 1 se representa como parte del sistema de tinta fuera de eje, pero la unidad de desgasificación también puede residir en el sistema de tinta en carro que tiene la ventaja de que la longitud del recorrido de tinta desde la unidad de desgasificación al cabezal de impresión es reducida y así reduce el riesgo de degradación de la tinta antes de que la tinta llegue a la boquilla del cabezal de impresión.

En la figura 7 se representa una realización aún más preferida de una unidad de desgasificación activa. La figura 7 solamente representa el módulo de desgasificación activa del sistema de tinta 1 y puede estar integrado en el sistema de tinta ilustrado en la figura 1, como parte del sistema de tinta en carro o como parte del sistema de tinta fuera de eje. La figura 7 representa, además de la unidad de desgasificación activa propiamente dicha y la presión de conexión de vacío 63, una válvula de rotura de vacío 64 y un filtro 65. Las ventajas de esta realización alternativa se explicarán mejor cuando se explique la desgasificación activa con más detalle.

### Primera realización

#### *Modo de impresión*

Ahora se describe la operación de la realización según la figura 1 en modo de impresión normal. El flujo de tinta a través del cabezal de impresión 10 se realiza estableciendo una diferencia de presión entre la presión P2 en el depósito de suministro secundario 20 y la presión P3 en el depósito de retorno secundario 30. Estas presiones se aplican mediante la conexión de presión 23 en el depósito de suministro secundario 20, respectivamente la conexión de presión 33 en el depósito de retorno secundario 30. Con el fin de crear un flujo positivo desde el depósito de suministro secundario 20 a través del cabezal de impresión 10 y al depósito de retorno secundario 30, la presión en el depósito de suministro secundario 20 se controla a un valor ligeramente más alto que la presión en el depósito de retorno secundario 30. La tasa de flujo de tinta a través del cabezal de impresión se puede controlar mediante la

diferencia de presión P3-P2, pero también depende de la resistencia hidráulica de los conductos de fluido a y del cabezal de impresión así como de la tasa de flujo de tinta a través de estos conductos, y la resistencia hidráulica dentro del cabezal de impresión. En la práctica, una diferencia de presión de 2,5 mbar puede proporcionar una tasa de flujo de más de 300 ml/h a través del cabezal de impresión 10. En la figura 5 se representa un gráfico que ilustra el aumento del flujo pasante a través del cabezal de impresión 10 cuando aumenta la diferencia de presión P3-P2. La figura 5 es solamente ilustrativa porque los gráficos exactos dependen de la viscosidad de la tinta, la resistencia hidráulica, etc.

La contrapresión en las boquillas del cabezal de impresión es controlada por medio de los mismos valores de presión P2 y P3 usados para establecer el flujo de tinta a través del cabezal de impresión 10. En una construcción simétrica hidrodinámica preferida del sistema de tinta en carro 3, es decir, con una resistencia hidráulica equilibrada antes y después de las boquillas del cabezal de impresión, la contrapresión en la boquilla es igual a  $((P2+P3):2)+(pgh)$  donde pgh es la presión hidrostática de la columna de tinta entre la superficie de tinta libre en los depósitos secundarios y el menisco en las boquillas. En realizaciones donde los depósitos secundarios y el cabezal de impresión están montados en un solo carro, los valores h son típicamente del rango de entre 20 cm y 50 cm. Cualquier desviación de esta construcción simétrica preferida del sistema de tinta en carro 3 da lugar a caídas desequilibradas de la presión dinámica y presiones hidrostáticas desequilibradas en el recorrido de suministro en función del recorrido de retorno. Este desequilibrio puede ser pre-calculado o calibrado por adelantado de modo que finalmente la contrapresión en las boquillas sea perfectamente controlable con la presión en el depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30. Una ventaja es que la tasa de flujo de tinta y la contrapresión son controlables solamente con dos valores de presión, es decir, la presión en el depósito de suministro secundario 20 y la presión en el depósito de retorno secundario 30. En realizaciones donde los depósitos secundarios y el cabezal de impresión están montados en un solo carro, los valores de presión P2 y P3 se eligen con el fin de compensar en gran medida la presión hidrostática de la columna de tinta entre la superficie de tinta libre en los depósitos secundarios y el menisco en las boquillas, y crear una pequeña contrapresión en la boquilla. En una realización específica usada para verificar la invención, los valores de presión en el modo de impresión normal eran -30 mbar para P2 y -33 mbar para P3. Estos valores de presión y una diferencia de altura entre la superficie de tinta libre en los depósitos secundarios y las boquillas aproximadamente 30 cm dan lugar a una contrapresión en las boquillas de aproximadamente -1,5 mbar y una tasa de flujo de tinta superior a 300 ml/h.

Con el fin de mantener un flujo continuo de tinta a través del cabezal de impresión 10, el depósito de suministro secundario 20 se tiene que rellenar de forma continua y el depósito de retorno secundario 30 se tiene que drenar de forma continua con el fin de mantener constantes los niveles de tinta en los depósitos secundarios. Después de todo, la contrapresión en las boquillas depende en cierta medida de la presión hidrostática de las columnas de tinta en el lado de suministro y retorno del cabezal de impresión. Y aunque las presiones hidrostáticas se pueden calibrar por adelantado y tomar en cuenta al determinar los puntos establecidos para P2 y P3, se deberán mantener constantes durante la operación. Por fortuna, los cabezales de impresión tienen una ventana operativa de contrapresión dentro de la que puede operar el proceso de expulsión. Una ventana operativa de contrapresión se expresa como un rango de presión hidrostática y puede llegar a  $\pm 10$  cm de agua alrededor de su punto de trabajo, para operación de cabezales de impresión en un sistema estacionario con parámetros constantes del proceso de impresión. Pero los parámetros del proceso de impresión raras veces son constantes y varían también dentro de una ventana de tolerancia alrededor de su punto de trabajo, por ejemplo, las tolerancias de fabricación del cabezal de impresión o las caídas de presión dinámica variables en los tubos de tinta. Estas ventanas de tolerancia consumen una parte de la ventana operativa disponible para la contrapresión del cabezal de impresión. En la práctica, las variaciones de la superficie de tinta libre en los depósitos secundarios se limitan preferiblemente a  $\pm 1$  cm, más preferiblemente  $\pm 0,5$  cm, muy preferiblemente  $\pm 0,1$  cm. Esta ventana operativa deja así espacio para activación/desactivación intermitente del relleno de tinta en el depósito de suministro secundario 20 y el drenaje de la tinta en el depósito de retorno secundario 30. Los conceptos de relleno intermitente se pueden realizar usando válvulas de conmutación rápida con tasas de conmutación en el rango de 1 a 10 Hz y que tienen un diafragma pequeño. La conmutación puede ser disparada por un solo interruptor de nivel operativo con una pequeña histéresis que define la ventana operativa deseada. La conmutación rápida con bajas tasas de flujo está cerca del concepto de relleno continuo, en gran parte de forma análoga a cómo las unidades de potencia modulada en anchura de pulsos se aproximan a las unidades de potencia analógica, pero es más barata y más fácil de controlar. En la realización de la figura 1, la válvula de relleno 24 se abre y cierra bajo el control de uno o más sensores de nivel de detección 25, 26 o 27 del depósito de suministro secundario 20. Dependiendo de la ventana operativa de contrapresión, los sensores de detección de nivel de tinta en el depósito de suministro secundario 20 pueden estar configurados para permitir una diferencia de altura mínima a máxima de  $\pm 1$  cm, más preferiblemente  $\pm 0,5$  cm, muy preferiblemente  $\pm 0,1$  cm.

Una realización alternativa para controlar el flujo continuo de tinta a través del cabezal de impresión 10 es mantener iguales los valores de presión P2 y P3, aplicados al depósito de suministro secundario 20 respectivamente el depósito de retorno secundario 30, y usar control hidrostático de la superficie de tinta libre de los respectivos depósitos secundarios para crear una diferencia de presión hidrostática entre la superficie de tinta libre en el depósito de suministro secundario 20 en función del depósito de retorno secundario 30. La diferencia de presión hidrostática sustituye a la diferencia de presión activa P3-P2. La diferencia de presión hidrostática puede ser realizada mediante una posición diferente de los sensores de nivel de tinta en los respectivos depósitos secundarios, factible porque el flujo continuo de tinta controlará el nivel de tinta en los depósitos secundarios hacia la posición de los sensores de nivel de tinta en dicho depósito secundario, o puede ser realizada mediante una diferencia de altura de los depósitos secundarios uno con relación a otro. Esta realización es ventajosa cuando las pequeñas diferencias de presión ya crean una tasa deseada de



## ES 2 325 837 T3

flujo de tinta a través del cabezal de impresión, en cuyo caso la diferencia hidrostática se implementa fácilmente sin serias consecuencias mecánicas para la implementación de la realización, y es ventajosa porque solamente un valor de presión  $P2=P3$  tiene que estar disponible en el sistema de tinta en carro.

5 La tinta en el depósito de suministro secundario 20 en el sistema de tinta en carro se rellena desde un depósito de suministro 40 situado fuera de eje y a través de una unidad de desgasificación de flujo pasante. Se puede aplicar una presión  $P4$  al depósito de suministro 40 mediante la conexión de presión 43. La presión  $P4$  en el depósito de suministro 40 se pone más alta que la presión  $P2$  en el depósito de suministro secundario 20 con el fin de forzar un flujo de tinta desde el depósito de suministro 40 al depósito de suministro secundario 20 cuando la válvula de relleno 24 está abierta.  
10 La diferencia de presión  $P4-P2$  entre el depósito de suministro 40 y el depósito de suministro secundario 20 se elige en función de la tasa de flujo deseada, la perturbación permisible de la superficie de tinta libre en el depósito de suministro secundario 20 durante el relleno, una resistencia al flujo conocida en el recorrido de tinta desde el depósito de suministro 40 al depósito de suministro secundario 20, la caída de presión en la unidad de desgasificación 60, y la diferencia de altura hidrostática entre el depósito de suministro 40 y el depósito de suministro secundario 20. La presión  $P4$  se puede elegir en un rango de 200 mbar a 1000 mbar. Un ejemplo práctico para el valor de presión  $P4$ , en combinación con  $P2$  igual a -30 mbar, puede ser +400 mbar. Se prefiere que la diferencia de presión  $P4-P2$  pueda crear una tasa de flujo de tinta de al menos 1000 ml/h entre el depósito de suministro 40 y el depósito de suministro secundario 20. Esta tasa mínima preferida de flujo de tinta está relacionada con la unidad de desgasificación activa 60 que necesita un flujo pasante mínimo para funcionar adecuadamente, como se describirá más adelante.

20 En el lado de retorno del sistema de tinta 1, la tinta que vuelve del cabezal de impresión 10 entra en el depósito de retorno secundario 30 donde sube el nivel de tinta. El nivel de tinta en el depósito de retorno secundario 30 tiene una contribución hidrostática a la regulación de contrapresión en las boquillas y por lo tanto el nivel de tinta en el depósito de retorno secundario 30 se tiene que mantener dentro de límites, de forma similar a que el nivel de tinta en el depósito de suministro secundario 20 se tiene que mantener dentro de límites. La tinta en el depósito de retorno secundario 30 en el sistema de tinta en carro 3 se drena hacia el depósito de retorno 50 situado fuera de eje. Se puede aplicar una presión  $P5$  al depósito de retorno 50 mediante la conexión de presión 53. La presión  $P5$  en el depósito de retorno 50 se pone más baja que la presión  $P3$  en el depósito de retorno secundario 30 con el fin de forzar un flujo de tinta del depósito de retorno secundario 30 al depósito de retorno 50 cuando se abre una válvula de drenaje 34. La válvula de drenaje 34 se abre y cierra bajo el control de uno o más sensores de nivel de detección 35, 36 o 37 del depósito de retorno secundario 30. Dependiendo de la ventana operativa de contrapresión para el cabezal de impresión 10, los sensores de detección de nivel de tinta en el depósito de retorno secundario 30 pueden estar configurados para permitir una diferencia de altura mínima a máxima de  $\pm 5$  cm, más preferiblemente  $\pm 1$  cm, muy preferiblemente  $\pm 0,5$  cm. La diferencia de presión  $P5-P3$  entre el depósito de retorno 50 y el depósito de retorno secundario 30 se elige en función de la tasa de flujo deseada, la perturbación permisible de la superficie de tinta libre en el depósito de retorno secundario 30 durante el drenaje, una resistencia al flujo conocida en el recorrido de tinta del depósito de retorno secundario 30 al depósito de retorno 50, y la diferencia de altura hidrostática entre el depósito de retorno 50 y el depósito de retorno secundario 30. La presión  $P5$  se puede elegir en un rango de -100 mbar a -950 mbar. Un ejemplo práctico del valor de presión  $P5$ , en combinación con  $P3$  igual a -40 mbar, puede ser -300 mbar. Se prefiere que la diferencia de presión  $P5-P3$  pueda crear una tasa de flujo de tinta de al menos 1000 ml/h entre el depósito de retorno secundario 30 y el depósito de retorno 50. La tinta que vuelve al depósito de retorno 50 se usa para rellenar el depósito de suministro 40, a describir ahora.

Para asegurar un suministro constante de tinta y un drenaje de tinta del sistema de tinta en carro 3, el depósito de suministro 40 del sistema de tinta fuera de eje 2 tiene que tener continuamente tinta disponible mientras el depósito de retorno 50 del sistema de tinta fuera de eje 2 tiene que tener continuamente capacidad de drenaje disponible. Esto se logra mediante operaciones de llenado y drenaje del depósito de suministro 40, respectivamente el depósito de retorno 50. Estas operaciones son menos críticas con respecto al mantenimiento de niveles exactos de tinta en los depósitos 40 y 50. El depósito de suministro 40 puede ser rellenado mediante las entradas de tinta 41 y 48, desde dos fuentes: una conexión hidráulica con el depósito de retorno 50 mediante la salida de tinta 52 rellenará el depósito de suministro 40 con tinta devuelta del cabezal de impresión, y una conexión hidráulica con el depósito principal de tinta 70 rellenará el depósito de suministro 40 con tinta nueva para compensar la tinta expulsada del cabezal de impresión. Uno de los procedimientos posibles puede ser que el relleno del depósito de suministro 40 lo dispense el sensor de nivel de tinta 46 y empieza con tinta procedente del depósito de retorno 50, por defecto y si es posible. Si durante este proceso de relleno el nivel de tinta en el depósito de retorno 50 fuese insuficiente para soportar más el proceso de relleno, es decir, tiene lugar una condición de flujo insuficiente, se interrumpe el relleno mediante el depósito de retorno 50 y el relleno es asumido por el depósito principal de tinta 70, hasta que la cantidad de tinta devuelta al depósito 50 sea de nuevo suficiente para soportar el proceso de relleno mediante el depósito de retorno 50. La causa de una condición de flujo insuficiente en el depósito de retorno 50 es el consumo de tinta por el cabezal de impresión 10. Cuando se consume tinta, es decir, se imprime, la cantidad total de tinta que circula en el sistema de tinta 1 disminuye gradualmente y la tinta en uno de los elementos intermedios de almacenamiento de tinta del sistema de circulación de tinta, es decir, uno de los depósitos secundarios o uno de los depósitos, pasará a una condición de flujo insuficiente, es decir, por debajo de su nivel operativo normal de tinta. Es preferible permitir que esta condición de flujo insuficiente solamente suceda en el depósito de retorno 50, porque el nivel de tinta en el depósito de retorno 50 es el menos crítico para la operación de todo el sistema de circulación. La línea entre tener una condición de flujo insuficiente o no en el depósito de retorno 50 es algo arbitrario, pero se puede elegir, por ejemplo, con el fin de garantizar el relleno de tinta en el depósito de suministro 40 durante el intervalo de tiempo de una operación de sustitución del depósito principal, es decir durante un tiempo que el depósito de suministro 40 puede no ser rellenado mediante depósito principal 70. Una condición de

flujo insuficiente en el depósito de retorno 50 puede ser detectada mediante el sensor de nivel de tinta 56. El proceso de relleno con tinta nueva mediante la bomba 73 puede operar bajo el control de la detección de flujo insuficiente en el depósito de retorno 50, bajo el control de un controlador de impresora que hace el seguimiento de la cantidad de tinta consumida por el cabezal de impresión para imprimir, u operar manualmente en el caso de vaciar el depósito principal por un operador antes de sustituirlo por uno nuevo.

Una alternativa a un relleno progresivo del depósito de suministro 40 del depósito principal de tinta 70, cuando se consume tinta e imprime con el cabezal de impresión, es rellenar de una vez todo el contenido de un depósito principal de tinta. Una realización posible de esta alternativa se ilustra en la figura 8. En la figura 8 el depósito de retorno 50 también se usa como un depósito intermedio. El depósito de retorno 50, al estar a una presión negativa P5, puede aspirar un cartucho de tinta completo 80 cuando el cartucho 80 está acoplado hidráulicamente al depósito de retorno 50, a condición de que el depósito de retorno 50 pueda almacenar el volumen de tinta en el cartucho 80. La ventaja de esta realización es que cargar una cantidad de tinta nueva en el sistema de circulación 1 es una acción que el operador realiza de una vez, después de lo que el operador tiene mucho tiempo para sustituir el cartucho de tinta vacío 80 por otro nuevo. Hay preferiblemente una válvula 84 entre el cartucho de tinta 80 y el depósito de retorno 50 para controlar el inicio y la parada del proceso de carga. En el proceso de carga no hay bomba, lo que también es una ventaja; la presión negativa P5 en el depósito de retorno 50 establece la acción de bombeo. Dependiendo del consumo de tinta en el sistema de tinta, es decir la cantidad de tinta impresa por el (los) cabezales de impresión, puede ser ventajoso sustituir el cartucho 80 por una lata puede cuando el consumo de tinta sea alto. Los cartuchos proporcionan típicamente una cantidad de tinta de hasta aproximadamente 1 o 2 litros. Por otra parte, las latas pueden proporcionar fácilmente cantidades de tinta superiores a 2 litros.

Primeras realizaciones

## 25 *Modos de no impresión*

La presión P2 en el depósito de suministro secundario 20 se puede seleccionar de al menos tres valores preestablecidos P21, P22 y P23 que corresponden a diferentes condiciones operativas del cabezal de impresión 10. Estos valores de presión establecidos para el depósito de suministro secundario 20 cooperan con un conjunto paralelo de valores preestablecidos P31, P32, P33 para la presión P3 en el depósito de retorno secundario 30. Una primera condición operativa del cabezal de impresión corresponde con una condición de impresión normal que se ha descrito previamente. Para ello un conjunto de válvulas (véase la figura 1) podría operar para enlazar los valores preestablecidos P21 y P31 con su depósito secundario respectivo. Una segunda condición operativa del cabezal de impresión puede ser una operación de purga, donde las presiones aplicadas a las boquillas son tales que salga tinta de las boquillas sin accionar las boquillas. Para una operación de purga, se aplican presiones positivas iguales al depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30. En este caso no hay flujo pasante en el cabezal de impresión 10 y toda la tinta disponible en el depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30 se purga a través de las boquillas del cabezal de impresión. Es claro que también se puede crear una condición de purga por medio de dos presiones positivas, pero desiguales, en cuyo caso se creará un flujo pasante en el cabezal de impresión 10. En la realización de la figura 1 se pueden seleccionar presiones preestablecidas P22 y P32, iguales o diferentes, para crear condiciones de purga. La purga del cabezal de impresión por inyección de tinta se puede hacer con presiones de entre 50 mbar y 500 mbar. Un ejemplo práctico de la realización en la figura 1 puede igualar P22 y P32 a 150 mbar.

Se usa una tercera condición operativa del cabezal de impresión 10 para crear una chapa de boquilla exudante antes de limpiar la chapa de boquilla durante el mantenimiento del cabezal de impresión. Una chapa de boquilla exudante puede ayudar a impregnar o separar la suciedad en la chapa de boquilla antes de limpiar la chapa de boquilla con una escobilla. La presión requerida para que una boquilla inicie la exudación es típicamente un poco menos negativa que la contrapresión operativa, es decir, justo fuera de la ventana operativa de contrapresión en la dirección de presión positiva. La exudación de una chapa de boquilla se puede realizar con presiones de entre 0 mbar y 50 mbar en el menisco, por lo tanto ligeramente positivas mientras que la contrapresión de la boquilla para impresión normal es ligeramente negativa. Como con la operación de purga, la exudación de la chapa de boquilla se puede realizar con valores de presión iguales P23 y P33 en el depósito de suministro secundario 20, respectivamente el depósito de retorno secundario 30, en cuyo caso no hay flujo a través del cabezal de impresión 10, lo que no es un requisito para este modo de operación. Un ejemplo práctico de la realización de la figura 1 y con una diferencia de altura h entre la superficie de tinta libre en los depósitos secundarios y la chapa de boquilla de aproximadamente 30 cm, P32 y P33 puede ser igual a -26 mbar con el fin de crear una presión ligeramente positiva en la boquilla.

Como se ilustra en la figura 1, los diferentes valores preestablecidos para la presión en el suministro y el depósito de retorno secundario se pueden obtener a partir de un subsistema de generación de presión, representado muy esquemáticamente como varios pictogramas de regulador de presión, y un conjunto de válvulas. Las válvulas pueden ser parte del conjunto de depósitos secundarios al que pertenecen, y, como tal, parte del sistema de tinta en carro 3. En este caso, cada conjunto de depósitos secundarios está conectado a una pluralidad de tubos de presión procedentes del sistema regulador de presión que puede estar situado fuera de eje. Alternativamente, las válvulas pueden estar situadas fuera de eje, en cuyo caso cada conjunto de depósitos secundarios en el carro tiene solamente una conexión de tubo de presión a la configuración de válvula fuera de eje. Depende en gran medida de la configuración de la impresora la determinación de qué instalación de distribución de presión es preferible. Si se usan múltiples cabezales de impresión, cada uno con su suministro individual y depósito de retorno secundario, se podría usar un solo bar de presión para distribuir cada uno de los valores de presión establecidos a todos los puntos de aplicación en los múltiples depósitos

secundarios de cabezal de impresión. Es posible otra optimización si todos los cabezales de impresión en la configuración de cabezal de impresión siempre operan del mismo modo, es decir, imprimen simultáneamente, son purgados simultáneamente o se limpian simultáneamente. En este caso, la conmutación de presión se puede hacer fuera de eje y solamente se necesita un bar de presión para distribuir la presión preestablecida seleccionada a todos los puntos de aplicación.

#### *Desgasificación activa*

Se conoce por la técnica anterior que la fiabilidad de inyección de los cabezales de impresión se puede incrementar de forma significativa suministrando tinta desgasificada al cabezal de impresión. En el campo de la impresión por inyección de tinta, la desgasificación también se denomina extracción de aire o desaireación. Es el proceso de reducir la cantidad de gas, por ejemplo oxígeno o nitrógeno u otros gases, disuelto en la tinta. La realización ilustrada en la figura 1 incluye una unidad de desgasificación activa 60 para controlar la cantidad de gas en la tinta. El término “activo” se refiere a la propiedad de ser capaz de controlar el nivel de extracción de gas disuelto de la tinta hacia un valor deseado, a menudo denominado un punto de control de referencia. Los parámetros del proceso que pueden estar disponibles para controlar el nivel de extracción de gas disuelto, pueden ser la presión de vacío usada con la unidad de desgasificación, la tasa de flujo de tinta a través de la unidad de desgasificación, el tipo de membrana semipermeable usada en la unidad de desgasificación, etc. El control activo del nivel de extracción de gas disuelto tiene las ventajas siguientes. Por una parte, la cantidad de aire disuelto en la tinta puede ser controlada de modo que sólo sea posible evitar la cavitación de la tinta durante los cambios rápidos de presión en cámaras de tinta del cabezal de impresión, por ejemplo, variaciones en el rango MHz para cabezales piezoeléctricos de impresión por inyección de tinta. Por otra parte, la cantidad de aire disuelto en la tinta puede ser controlada de modo que no sea demasiado baja porque la estabilidad química de la tinta puede ser un problema. Por ejemplo, una tinta curable UV puede iniciar el curado espontáneo (térmico) cuando la cantidad de oxígeno en la tinta es demasiado baja. Con desgasificación activa, el nivel de extracción de gas disuelto de la tinta puede ser controlado dentro de niveles mínimo y máximo. También se ha hallado que el nivel de gas disuelto de la tinta es susceptible a los cambios durante su permanencia en el sistema de tinta. Por ejemplo, el lado de suministro de tinta de un sistema de tinta puede incluir varios componentes que no son “estancos” y por lo tanto permiten el intercambio de gas entre la tinta y su entorno. Éste es naturalmente un proceso relativamente lento, pero cuando la tinta pasa horas, días o semanas en un sistema de tinta sin ser usada, este proceso de aireación es relevante.

Por lo tanto, un sistema de tinta incluye una unidad de desgasificación de flujo pasante activo 60 que controla la tinta continuamente circulante hacia un nivel deseado de gas disuelto. Un ejemplo de una unidad de desgasificación de flujo pasante adecuada para tintas de inyección es una unidad de desgasificación del tipo de membrana de fibra hueca MiniModule que se puede obtener de Membrana GmbH. Las fibras huecas Celgard® son hidrófobas y proporcionan un área superficial para que un líquido y una fase gas entren en contacto directo uno con otro sin que el líquido penetre en los poros. Estas fibras huecas no se ensucian, un problema que pueden tener las unidades de desgasificación del tipo de membrana porosa. Generalmente, en unidades de desgasificación de flujo pasante, la extracción de gas disuelto es una función de la tasa de flujo pasante de la tinta, el tipo de tinta, la presión de vacío P6 aplicada y, naturalmente, la construcción de la unidad de desgasificación propiamente dicha. Se ha hallado que el nivel de extracción de gas disuelto de la tinta llega a un valor asintótico después de dos o tres pasadas de la tinta a través de la unidad de desgasificación. Una unidad de desgasificación activa de flujo pasante como parte de un sistema de circulación de tinta permite que el sistema de tinta proporcione tinta desgasificada de la calidad correcta al cabezal de impresión casi al instante y de forma continua. La distribución de tinta desgasificada es independiente de la producción de impresión (tasas de consumo de tinta), operaciones de mantenimiento o purga, reinicio de la impresora, paradas para cambio de medio, etc. La impresora será capaz de imprimir fiablemente desde el primer centímetro del medio de impresión en adelante. También se ha hallado que el proceso de extracción de gas disuelto opera eficientemente solamente con un flujo pasante de tinta mínimo. Las mediciones de la extracción de gas disuelto en función del flujo pasante a través de la unidad de desgasificación se han ilustrado en la figura 6. La figura representa que la ventana operativa más eficiente de la unidad de desgasificación es superior a un flujo pasante de 1000 ml/h.

Una alternativa para obtener un valor asintótico para el nivel de extracción de gas disuelto de la tinta circulante es el uso de un módulo de aireación combinado con una unidad de desgasificación. El módulo de aireación se puede insertar en el circuito de circulación de tinta en la parte delantera del módulo de desgasificación y poner el nivel de gas disuelto de la tinta de nuevo a un nivel de equilibrio o saturación. Tal módulo de aireación puede incluir, por ejemplo, una válvula de despresurización que reduce la presión de una conexión de aire a presión disponible hacia un valor de presión adecuado para inyectar aire a un componente ya presurizado en el sistema de tinta. Por ejemplo, si el módulo de aireación está conectado al depósito de suministro de tinta 40 que está presurizado a una presión P4, el aire deberá ser inyectado a una presión superior a P4. Entre la válvula de despresurización y el depósito de suministro 40 se encuentra una válvula de control para controlar el proceso de inyección de aire, por ejemplo, el encendido/apagado. Además de la válvula de despresurización y la válvula de control, puede haber medios de agitación para acelerar el proceso de disolución de gas en la tinta. Al estar la unidad de desgasificación hacia abajo el módulo de aireación, siempre recibe tinta con una cantidad equilibrada de gas disuelto y siempre envía tinta con un nivel reproducible de gas disuelto quitado, dependiendo el nivel siendo de los parámetros de fabricación o los parámetros operativos de la unidad de desgasificación. El módulo de aireación se puede insertar en el sistema de circulación de tinta 1 en una posición después del depósito de retorno secundario 30 y antes de la unidad de desgasificación 60, y se inserta preferiblemente cerca del depósito de retorno 50.

En la realización ilustrada en la figura 1, la unidad de desgasificación de flujo pasante 60 es un módulo separado en el sistema de circulación de tinta 1. Hay varias ventajas vinculadas a esta configuración. En primer lugar, hay una ventaja de mantenimiento si la unidad de desgasificación 60 se dispone como un módulo sustituible en el sistema de tinta 1, en contraposición, por ejemplo, a una unidad de desgasificación integrada en el cabezal de impresión. Esta ventaja es importante porque una unidad de desgasificación 60 puede tener una duración más corta que el cabezal de impresión en la impresora y puede requerir mantenimiento regular tal como limpieza, lavado, etc. En segundo lugar, hay una ventaja de adecuación al uso, es decir, las características de la unidad de desgasificación se pueden elegir en función del tipo de tinta, las tasas esperadas de flujo pasante, u otros parámetros de la impresora. Todas estas consideraciones nos inclinan a favor de una unidad de desgasificación individual.

En la figura 7 se ilustra una realización alternativa del módulo de desgasificación activa. La realización alternativa incluye una válvula de rotura de vacío 64 y un filtro 65. La válvula de rotura de vacío 64 rompe el vacío aplicado a la unidad de desgasificación 60 en el caso de que la circulación de tinta se pare por cualquier razón, por ejemplo, parada de la máquina, o cuando el flujo de tinta a través de la unidad de desgasificación 60 es inferior a un valor mínimo. Se ha hallado que algunos tipos de tinta se degradan cuando permanecen demasiado tiempo en una unidad de desgasificación operativa. Por ejemplo, las tintas curables UV empiezan a curar cuando permanecen demasiado tiempo en la unidad de desgasificación bajo presión de vacío. Dentro de la tinta empiezan a formarse geles que pueden perturbar significativamente la operación de inyección del cabezal de impresión. Por lo tanto, se toma una segunda precaución para reducir el riesgo de que entren geles en el cabezal de impresión, es decir, el filtro adicional 65 se coloca entre la unidad de desgasificación 60 y el depósito de suministro secundario 20, situado físicamente lo más cerca posible del depósito de suministro secundario 20. El filtro 65 filtra los geles de la tinta.

La figura 11 representa una realización aún más preferida de la unidad de desgasificación 60, donde la conexión de vacío 63 de la unidad de desgasificación 60 está conectada a una válvula de control 66 que permite controlar el vacío aplicado a la unidad de desgasificación 60 a un valor deseado de presión de vacío. La válvula de control 66 controla la presión de vacío por conmutación entre un vacío fijo  $P_6$  y presión atmosférica  $P_{atm}$ . Una válvula adecuada para este tipo de control puede ser una válvula basculante de 3/2 vías que se puede obtener de Bikkert Fluid Control Systems (UK). La ventaja de controlar el vacío aplicado a la unidad de desgasificación 60 es que la presión de vacío se puede ajustar en función de varios parámetros operativos del sistema de circulación de tinta, por ejemplo la tasa de flujo de la tinta a través de la unidad de desgasificación 60, el tipo de tinta usado, la temperatura de la tinta, la cantidad media de pasadas de la tinta a través del sistema de circulación, etc. La realización de la figura 11 también puede ser usada en un modo de conmutación de encendido/apagado para aplicar el vacío fijo  $P_6$  o la presión atmosférica  $P_{atm}$  a la unidad de desgasificación 60. El uso de encendido/apagado de la válvula de 3/2 vías puede ser controlado por eventos operativos, por ejemplo, durante la parada de circulación, durante los períodos de no impresión, etc.

#### *Realización alternativa del depósito secundario*

En la primera realización, el depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30 son módulos separados con un modo de operación similar. Un diseño alternativo se representa en la figura 3. Donde es posible, se reutilizan los números de referencia de la figura 1 para características con funcionalidad similar. Un depósito secundario del cabezal de impresión 90 está provisto de un primer compartimiento I y un segundo compartimiento II separados por una pared 91 fijada a una parte inferior de depósito secundario del cabezal de impresión 90 y usada como un rebosamiento del compartimiento I al compartimiento II. Rebosa continuamente tinta del compartimiento I al compartimiento II mediante la pared de rebosamiento 91. Así, el nivel de tinta en compartimiento I es constante y no se mide, mientras que el nivel de tinta en compartimiento II no es constante y por lo tanto se mide con sensores de nivel de tinta 35, 36 o 37, que tienen una funcionalidad similar a las descritas conjuntamente con el depósito de retorno secundario 30 de la primera realización. La medición del nivel de tinta en el compartimiento II puede controlar la válvula de relleno 24 y/o la válvula de drenaje 34 para mantener el nivel de tinta en el compartimiento II del depósito secundario del cabezal de impresión 90 dentro de una ventana operativa permisible (véanse las explicaciones anteriores). La válvula de relleno 24 y la válvula de drenaje 34 se puede elegir de modo que sean válvulas reductoras que reduzcan la presión del suministro completo de tinta y la presión de drenaje, por ejemplo, de +400 mbar, respectivamente -300 mbar, de modo que se pueda establecer un flujo de tinta continuo y constante a través del depósito secundario del cabezal de impresión 90. Esto difiere de la primera realización descrita juntamente en la figura 1, donde la válvula de relleno y la válvula de drenaje eran válvulas de conmutación y operaban en base de apertura/cierre a alta frecuencia.

El depósito secundario del cabezal de impresión 90 tiene una salida de tinta 22 conectada a la entrada de tinta 11 del cabezal de impresión para proporcionar tinta del compartimiento I al cabezal de impresión, y una entrada de tinta 31 conectada a la salida de tinta 12 del cabezal de impresión para hacer volver tinta del cabezal de impresión al compartimiento II desde el depósito secundario del cabezal de impresión 90. La diferencia de altura entre los niveles de tinta en el compartimiento I y el compartimiento II del depósito secundario del cabezal de impresión 90 crea una diferencia de presión hidrostática  $\Delta P$  entre la salida de tinta 22 y la entrada de tinta 31, de modo que se establezca espontáneamente un flujo de tinta de salida de tinta 22 a través del cabezal de impresión 10 y de nuevo a la entrada de tinta 31.  $\Delta P$  es funcionalmente comparable con la diferencia de presión  $P_3$ - $P_2$  en la primera realización de la invención.

La conexión de presión 93 puede ser usada para superponer una presión sobre la presión de la tinta de impresión, establecida mediante las válvulas 24 y 34, para operación de no impresión o para ajustar las condiciones de impresión, por ejemplo, operación de purga o exudación forzada de la chapa de boquilla.

Una variante de la pared de rebosamiento 91 ilustrada en la figura 3 puede ser una pared que se extiende desde la parte inferior del depósito secundario a la parte superior del depósito secundario, y que tiene solamente un agujero que sirve como agujero de rebosamiento. Estáticamente, esta variante sería equivalente a la pared 91 de la figura 3, pero dinámicamente evita que salpiquen grandes cantidades de tinta del compartimiento I al compartimiento II al acelerar y decelerar el depósito secundario en un carro del cabezal de impresión, perturbando por ello el equilibrio de presión hidrostática.

El uso de tabiques adicionales en el compartimiento II usados como rompeolas, estabilizará más la superficie de tinta libre en el compartimiento II cuando el depósito secundario 90 alterna en el carro.

La válvula 24 puede ser sustituida por una bomba de funcionamiento continuo puesto que sirve principalmente para mantener una condición de rebosamiento continuo del compartimiento I al compartimiento II. El control del nivel de tinta en el compartimiento II puede ser realizado con la válvula 34 solamente.

#### *Realizaciones de configuraciones específicas de la impresora: cabezal de impresión estacionario*

En una configuración de cabezal de impresión por inyección de tinta estacionario, dividir un sistema de tinta en un sistema de tinta fuera de eje y un sistema de tinta en carro puede ser algo artificial porque no hay componentes de exploración. No obstante, puede ser ventajoso mantener componentes que operan muy estrechamente con el cabezal de impresión, como el depósito de suministro secundario y el depósito de retorno secundario, físicamente agrupados conjuntamente con el cabezal de impresión en un subconjunto de "carro". Una de las ventajas evidentes es la menor caída de presión estática o dinámica entre los depósitos secundarios y el cabezal de impresión.

#### *Realizaciones para configuraciones específicas de la impresora: múltiples cabezales de impresión*

Aunque la figura 1 representa un sistema de tinta incluyendo solamente un cabezal de impresión, es claro para los expertos en la técnica que también se puede incluir múltiples cabezales de impresión. Son posibles diferentes configuraciones del sistema de tinta.

El sistema de tinta fuera de eje puede ser común a todos los cabezales de impresión, mientras que el sistema de tinta en carro de la figura 1 se duplica varias veces según el número de cabezales de impresión en la configuración. Puede ser ventajoso tener un depósito de suministro secundario individual y un depósito de retorno secundario dedicado a cada cabezal de impresión porque esto permitiría el mantenimiento individual de los cabezales de impresión, el control individual de la contrapresión y el control del flujo pasante, y el amortiguamiento individual de fuerzas inerciales de aceleración o deceleración en la tinta. Los tubos de tinta adicionales resultantes del uso de depósitos de suministro individual y de retorno secundarios para cada cabezal de impresión se pueden reducir integrando mecánicamente los depósitos secundarios y el cabezal de impresión en un solo subconjunto funcional y compacto.

En aplicaciones de cabezales de impresión estacionarios o aplicaciones menos críticas de cabezales de impresión alternativos, se pueden agrupar conjuntamente componentes en el sistema de tinta en carro. La ventaja es un sistema de tinta más simple con menos componentes generales. Por ejemplo, los depósitos de retorno secundarios de los múltiples cabezales de impresión decalados, que forman un solo cabezal de impresión de ancho de página, se pueden combinar en un solo depósito de retorno secundario que sirve a todos los cabezales de impresión en el conjunto de cabezales de impresión de ancho de página. Este montaje permite el control individual de la contrapresión mediante la presión en los depósitos de suministro secundarios individuales que todavía están asignados a cada uno de los cabezales de impresión individuales, pero la purga se organizaría para todos los cabezales de impresión en el conjunto de cabezales de impresión de ancho de página simultáneamente. Son posibles otras varias combinaciones, dependiendo de las especificaciones funcionales que los expertos en la técnica integren en el sistema de tinta y su operación.

También es posible una simplificación mecánica del sistema de tinta en carro en configuraciones de cabezales de impresión alternativos. Los múltiples depósitos de suministro secundarios, uno para cada cabezal de impresión, se pueden combinar en un solo depósito de suministro secundario que sirva a todos los cabezales de impresión. El único depósito de suministro secundario todavía puede ser parte del sistema de tinta en carro y estar montado en el carro para movimiento alternativo de un lado al otro, conjuntamente con los cabezales de impresión. Esta realización tiene la ventaja de limitar el número de depósitos secundarios en el carro y de evitar todavía que las ondas de presión en los tubos de tinta entre el sistema de tinta en carro y el sistema de tinta fuera de eje entren en los cabezales de impresión. Entre el único depósito de suministro secundario y la pluralidad de cabezales de impresión se pueden usar múltiples válvulas para cortar individualmente el cabezal de impresión con respecto al suministro de tinta. En modo de impresión normal, cada válvula se abriría para permitir el suministro de tinta desde el único depósito secundario al cabezal de impresión. El cierre de las válvulas es ventajoso en el modo de no impresión. Por ejemplo, si un cabezal de impresión de la pluralidad de cabezales de impresión en el carro se tiene que purgar durante el mantenimiento, la presión en el único depósito de suministro secundario, y con ello la contrapresión en las boquillas, se eleva y la tinta es expulsada de las boquillas del cabezal de impresión. Si se cierran las válvulas correspondientes a los cabezales de impresión que no requieren una operación de purga, estos cabezales de impresión están cerrados al aumento de presión de la tinta en el único depósito de suministro secundario, excluyendo por ello la operación de purga y ahorrando cantidades de tinta significativas. En términos generales, cuando se usan múltiples cabezales de impresión que imprimen con la misma tinta, un solo sistema de tinta fuera de eje suministra y distribuye la tinta a los múltiples cabezales de impresión dentro del sistema de tinta en carro. Si hay  $n$  cabezales de impresión cada uno de los cuales requiere un flujo pasante mínimo

de tinta para que el cabezal de impresión opere adecuadamente, entonces el sistema de tinta fuera de eje tiene que ser diseñado para suministrar n veces la cantidad mínima de flujo de tinta al sistema de tinta en carro donde se distribuirá dicho flujo de tinta.

## 5 Realización alternativa "common rail"

Con referencia a la figura 9 se describe una realización de un sistema de circulación de tinta, especialmente adecuado para configuraciones de múltiples cabezales de impresión y que incluye varias alternativas de diseño mencionadas anteriormente. La realización alternativa incluye un depósito secundario de suministro de tinta 20 y depósito secundario de retorno de tinta 30 que tiene funcionalidad similar a la antes descrita. El depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30 están equipados con un sensor de nivel de tinta 26, respectivamente un sensor de nivel de tinta 36. Una realización preferible de los sensores de nivel 26 y 36 puede incluir un sensor ultrasónico de nivel con una salida de conmutación o salida análoga como el que se puede obtener de Hans Turck GmbH & Co (DE) o un elemento flotante que tiene un imán, dispuesto en el depósito secundario, y un conjunto de detectores Hall asociados, dispuestos en el exterior del depósito secundario a lo largo de una pared vertical. El número de detectores Hall en el conjunto determina el grado de medición binaria a continua. Los sensores de nivel pueden ser usados para mantener una diferencia de altura entre la superficie de tinta libre en el depósito de suministro secundario 20 y la superficie de tinta libre en el depósito de retorno secundario 30. Esta diferencia de altura crea una diferencia de presión hidrostática  $\Delta P$  que es la fuerza de accionamiento para el flujo de tinta a través del cabezal de impresión, como se explicará ahora. El depósito de suministro secundario 20 proporciona tinta a una barra colectora de suministro 28 que puede ser, por ejemplo, un perfil extrusionado de un material resistente a la tinta (por ejemplo, acero inoxidable). La barra colectora de suministro 28 tiene múltiples conexiones a las entradas de tinta de los múltiples cabezales de impresión 10. Las salidas de tinta de los múltiples cabezales de impresión 10 están conectadas a una barra colectora de retorno 38, que, a su vez, está conectada al depósito de retorno secundario 30. La barra colectora de suministro 28 y la barra colectora de retorno 38 sustituyen a una cantidad significativa de tubos de tinta entre los depósitos secundarios y los cabezales de impresión, y por lo tanto proporcionan una ventaja significativa. Además, las barras colectoras pueden estar dimensionadas para reducir casi a cero la resistencia al flujo del recorrido de tinta desde el depósito de suministro secundario 20, a través del cabezal de impresión 10 y de nuevo al depósito de retorno secundario 30. Los cabezales de impresión 10 están conectados a la barra colectora 28 y 38 mediante válvulas accionadas que pueden apagar cada cabezal de impresión individual 10 del sistema de tinta, como se ilustra en la figura 9. Las válvulas tienen dos ventajas principales: (1) en un modo no operativo de la impresora, el cabezal de impresión puede estar cerrado al sistema de tinta reduciendo por ello el riesgo de escape de tinta del sistema de tinta mediante las boquillas del cabezal de impresión, por ejemplo a causa de una pérdida de contrapresión en las boquillas, y (2) en una operación de mantenimiento, los cabezales de impresión que no requieren purga se pueden dejar fuera cerrándolos al sistema de tinta antes de aplicar la presión de purga incrementada al sistema de tinta, reduciendo por ello la cantidad de tinta desperdiciada por purga. La contrapresión en las boquillas de los múltiples cabezales de impresión es controlada activamente mediante presión P0 aplicada en las superficies de tinta libre del depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30. El sistema de tinta se cierra mediante un recorrido de tinta desde el depósito de retorno secundario 30 de nuevo al depósito de suministro secundario 20 mediante la bomba 76, la unidad de desgasificación 60 y el filtro 65. Realizaciones preferidas de la bomba, la unidad de desgasificación y el filtro se han descrito en las secciones anteriores. La bomba 76 opera bajo el control del sensor de nivel 36 del depósito de retorno secundario 30, similar a la operación de la válvula de drenaje 34 en realizaciones explicadas previamente. El sistema de circulación de tinta de la figura 9, como se ha descrito hasta ahora, puede estar situado en el carro de un dispositivo de impresión por inyección de tinta. La realización es especialmente adecuada para dispositivos de impresión por inyección de tinta de un tipo industrial donde no es problema que un carro alternativo robusto soporte el sistema de circulación de tinta. Fuera de eje se ha situado un depósito de suministro 40 y la bomba 73 para rellenar el depósito de suministro secundario 20 con tinta nueva, cuando el cabezal de impresión 10 consume la tinta. La bomba 73 opera bajo el control del sensor de nivel 26 del depósito de suministro secundario 20. Se usa una bomba en lugar de una válvula de relleno como en realizaciones anteriores porque la tinta en el depósito de suministro 40 se mantiene a presión ambiente. El depósito de suministro 40 incluye un acoplamiento para un depósito principal de tinta, por ejemplo, un tipo de lata, que se vacía automáticamente cuando se coloca. Una realización puede proporcionar en el acoplamiento, por ejemplo, una cuchilla que rompe automáticamente una junta estanca en la lata cuando la lata se coloca; la lata se vacía por gravedad.

La realización ilustrada en la figura 9 tiene múltiples ventajas: reducción del número de conexiones de fluido y tubos, circulación local (en carro) de la tinta y desgasificación, sistema de circulación de tinta con menos componentes, circulación bombeada de la tinta en lugar de circulación presurizada de la tinta, que es más segura en caso de problemas, mínima interacción entre la parte de suministro de tinta en carro y la parte de suministro de tinta fuera de eje, solamente un depósito de suministro secundario y depósito de retorno secundario para los múltiples cabezales de impresión en la configuración, etc.

Es obvio que el concepto de una barra colectora no se limita al sistema de circulación de tinta descrito, sino que el concepto se puede aplicar en otras configuraciones donde múltiples cabezales de impresión por inyección de tinta tienen que conectar con un suministro o retorno comunes de tinta.

## 65 Realización alternativa "optigass"

Con referencia a la figura 10, se describe una realización alternativa para un sistema de circulación de tinta, especialmente adecuado para la operación mejorada de la unidad de desgasificación. Se ha indicado anteriormente que se

requiere un flujo de tinta mínimo a través de la unidad de desgasificación para la operación óptima de una unidad de desgasificación de flujo pasante activo. Según la figura 6, este flujo de tinta mínimo es aproximadamente 1000 ml/h. En realizaciones anteriores del sistema de circulación de tinta, el flujo de tinta a través de la unidad de desgasificación era también el flujo de tinta a través del cabezal de impresión. En varias aplicaciones, un flujo de tinta óptimo a través

5 de la unidad de desgasificación puede no ser un flujo de tinta óptimo a través del cabezal de impresión. El sistema de circulación de tinta ilustrado en la figura 10 proporciona una solución a este problema porque permite un flujo más alto a través de la unidad de desgasificación que el flujo a través del cabezal de impresión. La realización de la figura 10 incluye un depósito secundario de suministro de tinta 20 y un depósito secundario de retorno de tinta 30 que tienen funcionalidad similar a la descrita anteriormente. El depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno

10 secundario 30 están equipados con un sensor de nivel de tinta 26, respectivamente un sensor de nivel de tinta 36. Una realización preferible de los sensores de nivel 26 y 36 puede incluir un sensor ultrasónico de nivel con una salida de conmutación o salida análoga como el que se puede obtener de Hans Turck GmbH & Co (DE) o un elemento flotante que tiene un imán, dispuesto en el depósito secundario, y asociado a un conjunto de detectores Hall, dispuesto en el exterior del depósito secundario a lo largo de una pared vertical. El número de detectores Hall en el conjunto determina

15 el grado de medición binaria a continua. El sensor de nivel puede ser usado en la figura 1, es decir, el sensor de nivel 28 se usa para controlar la válvula de relleno 24 y el sensor de nivel 38 se usa para controlar la válvula de drenaje 34. Los sensores de nivel también pueden ser usados para mantener una diferencia de altura entre la superficie de tinta libre en el depósito de suministro secundario 20 y la superficie de tinta libre en el depósito de retorno secundario 30. Esta diferencia de altura crea una diferencia de presión hidrostática  $\Delta P$  que es la fuerza de accionamiento para el flujo de tinta

20 a través del cabezal de impresión 10. La diferencia de presión  $\Delta P$  controla la tasa de flujo de tinta a través del cabezal de impresión 10. La contrapresión en las boquillas del cabezal de impresión 10 es controlada activamente mediante la presión  $P_0$  aplicada en las superficies de tinta libre del depósito de suministro secundario 20 y el depósito de retorno secundario 30. El sistema de circulación de tinta incluye además un depósito de retorno 50 para drenar el depósito de retorno secundario 30 cuando la válvula de drenaje 34 se abre, movida por una diferencia de presión negativa  $P_5 - P_0$ .

25 El depósito de retorno 50 se puede cargar con una cantidad de tinta nueva procedente de un cartucho 80, movido por una presión negativa  $P_5$  en el depósito de retorno 50. La cantidad de tinta nueva sustituirá la cantidad de tinta impresa por el cabezal de impresión 10. Por lo tanto, el nivel de tinta en el depósito de retorno 50 se puede medir con un sensor de nivel 56. Una realización preferida del sensor de nivel 56 puede ser un sensor de nivel T/LL 55 que se puede obtener de Fozmula (UK) o un sensor de nivel de tipo ultrasónico similar al usado para los depósitos secundarios (véase

30 anteriormente). El recorrido de tinta proporcionado por el componente explicado hasta ahora con referencia a la figura 10, es decir, desde la válvula de relleno 24 hasta el depósito de retorno 50, también se denomina el recorrido principal. El sistema de tinta se cierra mediante un recorrido de acondicionamiento desde el depósito de retorno 50 de nuevo a la válvula de relleno 24, incluyendo el recorrido de acondicionamiento una bomba de circulación 76, una unidad de desgasificación 60 y un filtro 65. Realizaciones preferidas de la bomba, la unidad de desgasificación y el filtro se han descrito en las secciones anteriores. En paralelo al recorrido de acondicionamiento se ha dispuesto un recorrido de derivación, incluyendo una restricción de flujo 78 que permite que fluya tinta desde la salida del filtro 65 de nuevo a la entrada de la bomba de circulación 76, dejando por ello en derivación el recorrido principal a través del cabezal de impresión 10. Las realizaciones de una restricción de flujo 78 pueden incluir una válvula de restricción, una válvula de reducción, una válvula de retención empujada por muelle o una simple constricción en el tubo de tinta. La operación

40 del recorrido de derivación se explica ahora. La bomba de circulación 76 opera de forma continua y bombea tinta a una tasa de flujo dada a través de la unidad de desgasificación 60 y el filtro 65 para suministrar tinta en la bifurcación del recorrido principal y el recorrido de derivación. Pueden producirse dos situaciones. En una primera situación, la válvula de relleno 24 está cerrada y toda la tinta que entra desde el recorrido de acondicionamiento fluye al recorrido de derivación, a través de la restricción de flujo 78 y contra la resistencia al flujo proporcionada por la restricción de flujo 78. La operación de la bomba de circulación 76 incrementa la presión de la tinta en la bifurcación del recorrido principal y el recorrido de derivación a un valor que contrarresta la resistencia de presión de la restricción de flujo 78. La bomba de circulación 76 hace circular de forma continua la tinta en un bucle cerrado con el filtro 65 y la unidad de desgasificación 60. Por lo tanto, esta circulación en bucle cerrado se denomina la circulación de acondicionamiento. En una segunda situación, la válvula de relleno 24 está abierta y la tinta que entra desde el filtro 65 fluye al depósito de

50 suministro secundario 20, contra una contrapresión  $P_0$  en el depósito de suministro secundario 20 que es generalmente inferior a la contrapresión establecida por la restricción de flujo 78. La bomba de circulación 76 suministra ahora tinta al recorrido principal. La tasa de flujo de tinta a través del recorrido principal se determina por la diferencia de presión entre las superficies de tinta libre en los depósitos secundarios 20 y 30, y también puede ser determinada por la presión absoluta  $P_0$  en los depósitos secundarios 20 y 30. Esta circulación de tinta se denomina la circulación de impresión. Durante la circulación de impresión, el flujo de tinta a través de la restricción de flujo 78 puede ser despreciable o estar totalmente interrumpido, dependiendo de la realización específica usada para realizar la restricción de flujo 78. En la operación, la válvula de relleno 24 opera intermitentemente a alta frecuencia, creando un flujo de tinta pseudo-continuo controlable a través del recorrido principal durante la impresión. Es decir, en la operación, la válvula de relleno 24 es funcionalmente comparable con una restricción de flujo controlable. Por lo tanto, la válvula de relleno 24

60 y la restricción de flujo 78 permiten dos flujos paralelos de tinta, es decir, un flujo de impresión mediante el recorrido principal (incluyendo el cabezal de impresión) y un flujo de acondicionamiento mediante el recorrido de derivación. De estos dos flujos de tinta, el flujo de impresión es controlable y el flujo de acondicionamiento toma el excedente de lo procedente de la bomba de circulación. Por lo tanto, la ventaja principal de esta realización alternativa es que el flujo de tinta a través de la unidad de desgasificación se puede establecer independientemente del flujo de tinta a través del cabezal de impresión y, por lo tanto, la unidad de desgasificación puede operar a una tasa óptima, sean cuales sean las limitaciones de flujo aplicables a la tasa de flujo a través del cabezal de impresión.

## ES 2 325 837 T3

En una realización alternativa que cumple la misma finalidad, es decir, óptimas condiciones de desgasificación, el recorrido de derivación está dispuesto entre la salida de la unidad de desgasificación 60, es decir, antes de la válvula de relleno 24, y la entrada de tinta al depósito de retorno 50, es decir, después de la válvula de drenaje 34. El contenido de tinta del depósito de retorno 50 se incluye ahora también en el flujo de acondicionamiento.

### *Realizaciones para configuraciones específicas de la impresora: múltiples colores*

En una impresora de inyección de tinta de color, cada color se imprime con un cabezal de impresión diferente o un conjunto de cabezales de impresión. Cada color tiene su propio sistema de tinta con una parte fuera de eje y una parte en carro. Cada sistema de tinta puede soportar uno o múltiples cabezales de impresión que imprimen el mismo color. Los múltiples cabezales de impresión que imprimen el mismo color, se pueden montar en un módulo alternativo a través del medio de impresión y anchos de impresión mayores que la anchura de un solo cabezal de impresión, o pueden estar decalados en un conjunto completo de cabezales de impresión de anchura de página.

### *Realizaciones para configuraciones específicas de la impresora: cabezal de impresión del tipo de disparo de extremo*

La presente invención se ha descrito hasta ahora con cabezales de impresión del tipo de flujo pasante. De hecho, las ventajas de una circulación continua de tinta con desgasificación activa continua son sustanciales con el uso de cabezales de impresión del tipo de flujo pasante, porque la tinta en el cabezal de impresión es rejuvenecida de forma continua con tinta nueva y acondicionada. Los sistemas de tinta de la técnica anterior para cabezales de impresión del tipo de disparo de extremo con solamente una entrada de tinta tienen a menudo una cadena unidireccional de suministro de tinta desde un depósito principal de tinta o cartucho al cabezal de impresión. Estos sistemas de tintas no tienen circulación de tinta y, por lo tanto, la tinta en el cabezal de impresión, los tubos y otros componentes no se pueden rejuvenecer de forma continua. Una realización de la presente invención para cabezales de impresión de disparo de extremo puede ser muy similar a la realización ilustrada en la figura 1, a excepción de que el cabezal de impresión no está conectado en serie entre el depósito de suministro secundario y el depósito de retorno secundario, sino en paralelo con un atajo entre el depósito de suministro y el depósito de retorno. La figura 4 representa el sistema de tinta en carro de una realización de la invención para cabezal de impresión del tipo de disparo de extremo. Para sistemas de suministro de tinta de disparo de extremo, la invención puede tener las ventajas siguientes. En primer lugar, la cantidad de tinta retenida en el sistema de tinta que no se rejuvenece mediante circulación, se limita a la cantidad en los cabezales de impresión de disparo de extremo. En consecuencia, en caso de fallo de la boquilla o de mantenimiento, también se reduce la cantidad de tinta “residual” que hay que purgar a través del cabezal de impresión antes de disponer de tinta nueva en las boquillas. Además, dado que las propiedades de desgasificación de la tinta se pueden degradar con el tiempo mientras reside en los tubos de suministro y los depósitos intermedios del sistema de tinta, el rejuvenecimiento y la circulación de la tinta limitan la cantidad de “tinta residual de arranque” que, por ejemplo, después de una parada de producción en fin de semana, no se puede rejuvenecer y, por lo tanto, se tiene que purgar a través del cabezal de impresión. Una segunda ventaja es que se puede obtener un punto operativo constante y óptimo para la unidad de desgasificación de flujo pasante en línea, dando lugar a un mejor nivel controlado de extracción de gas disuelto de la tinta. Un lote de unidades de desgasificación no son adecuadas para operación a tasas de flujo bajas, inherentes a los sistemas unidireccionales de suministro de tinta para cabezales de impresión de disparo de extremo, a causa de su pronunciada característica de desgasificación.

### **Breve descripción de números de referencia**

1	Sistema de tinta
2	Sistema de tinta fuera de eje
3	Sistema de tinta en carro
10	Cabezal de impresión
10a, 10b	Serie de boquillas
11	Entrada de tinta
12	Salida de tinta
13, 14	Conexiones eléctricas o de fluido
15	Medios de acondicionamiento
19	Circuito de acondicionamiento
20	Depósito secundario de suministro
30	Depósito secundario de retorno



## ES 2 325 837 T3

40	Depósito de suministro
50	Depósito de retorno
5 21, 31, 41, 51, 61	Entrada de tinta
22, 32, 42, 52, 62	Salida de tinta
23, 33, 43, 53, 63, 93	Conexión de presión
10 24	Válvula de relleno
34	Válvula de drenaje
15 84	Válvula de carga de tinta
25, 35	Sensor de nivel mínimo
26, 36, 46, 56	Sensor de nivel operativo
20 27, 37	Sensor de nivel máximo
28	Superficie de tinta libre
25 29, 39, 49, 59	Depósito cerrado
48, 58	Entrada de tinta nueva
70	Depósito principal de tinta
30 71, 74	Válvula de retención
72, 75, 65	Filtro
35 73, 76	Bomba
78	Restricción de flujo
60	Unidad de desgasificación activa de flujo pasante
40 64	Válvula de rotura de vacío
66	Válvula de control de vacío
45 80	Cartucho de tinta
90	Depósito secundario de cabezal de impresión
91	Pared de rebosamiento
50	
55	
60	
65	

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de circulación de tinta (1) para uso en un aparato de impresión por inyección de tinta, incluyendo el sistema de circulación de tinta:

- un cabezal de impresión por inyección de tinta (10);
- un depósito de suministro secundario (20) para contener un suministro de una tinta al cabezal de impresión por inyección de tinta (10);
- un depósito de retorno secundario (30) para contener un excedente de la tinta no usada por el cabezal de impresión por inyección de tinta (10);
- un primer recorrido de fluido que acopla el depósito de suministro secundario (20) con el cabezal de impresión por inyección de tinta (10) y con el depósito de retorno secundario (30) para proporcionar un flujo de tinta desde el depósito de suministro secundario (20) al cabezal de impresión por inyección de tinta (10) y al depósito de retorno secundario (30);
- un segundo recorrido de fluido que acopla el depósito de retorno secundario (30) con el depósito de suministro secundario (20) para alimentar la tinta desde el depósito de retorno secundario (30) de nuevo al depósito de suministro secundario (20);

**caracterizado** porque el sistema incluye además un carro para movimiento alternativo a través de un medio de impresión, donde el depósito de suministro secundario (20), el cabezal de impresión por inyección de tinta (10), el depósito de retorno secundario (30) y el primer recorrido de fluido se soportan en el carro.

2. El sistema de circulación de tinta (1) según la reivindicación 1, incluyendo además medios (70, 73) para rellenar el depósito de suministro secundario (20) con una cantidad de tinta con el fin de compensar la tinta usada por el cabezal de impresión por inyección de tinta (10) para imprimir.

3. El sistema de circulación de tinta (1) según alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo además medios de control (P1, P2,  $\Delta P$ ) para controlar el flujo de tinta desde el depósito de suministro secundario (20) al cabezal de impresión por inyección de tinta (10) y al depósito de retorno secundario (30), donde los medios de control se soportan en el carro.

4. El sistema de circulación de tinta (1) según alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo además medios activos de control de presión (P1, P2) para controlar una contrapresión en el cabezal de impresión (10), donde los medios activos de control de presión (P1, P2) se soportan en el carro.

5. El sistema de circulación de tinta (1) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde el depósito de suministro secundario (20) y el depósito de retorno secundario (30) están colocados encima del cabezal de impresión por inyección de tinta (10).

6. El sistema de circulación de tinta (1) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde el depósito de suministro secundario (20) y el depósito de retorno secundario (30) están integrados en un depósito secundario (90) del cabezal de impresión.

7. El sistema de circulación de tinta (1) según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde el segundo recorrido de fluido se soporta en el carro para movimiento alternativo a través del medio de impresión.

8. El sistema de circulación de tinta (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, incluyendo además una pluralidad de cabezales de impresión por inyección de tinta (10), donde el primer recorrido de fluido incluye una barra colectora de suministro (28) para acoplar el depósito de suministro secundario (20) con la pluralidad de cabezales de impresión por inyección de tinta (10) y una barra colectora de retorno (38) para acoplar la pluralidad de cabezales de impresión por inyección de tinta (10) con el depósito de retorno secundario (30).

9. El sistema de circulación de tinta (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, incluyendo además una pluralidad de cabezales de impresión (10), teniendo cada cabezal de impresión (10) un depósito de suministro secundario correspondiente (20), un depósito de retorno secundario correspondiente (30) y un primer recorrido de fluido correspondiente, y donde el segundo recorrido de fluido es un recorrido común de fluido que acopla la pluralidad de depósitos de retorno secundarios (30) con la pluralidad de depósitos de suministro secundarios (20) para alimentar la tinta desde la pluralidad de depósitos de retorno secundarios (30) a la pluralidad de depósitos de suministro secundarios (20).

## ES 2 325 837 T3

10. Un método para proporcionar un flujo de tinta a un cabezal de impresión por inyección de tinta (10) usando un sistema de circulación de tinta como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

5 11. Un sistema de impresión por inyección de tinta incluyendo un sistema de circulación de tinta (1) como el definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

10

15

20

25

30

35

40

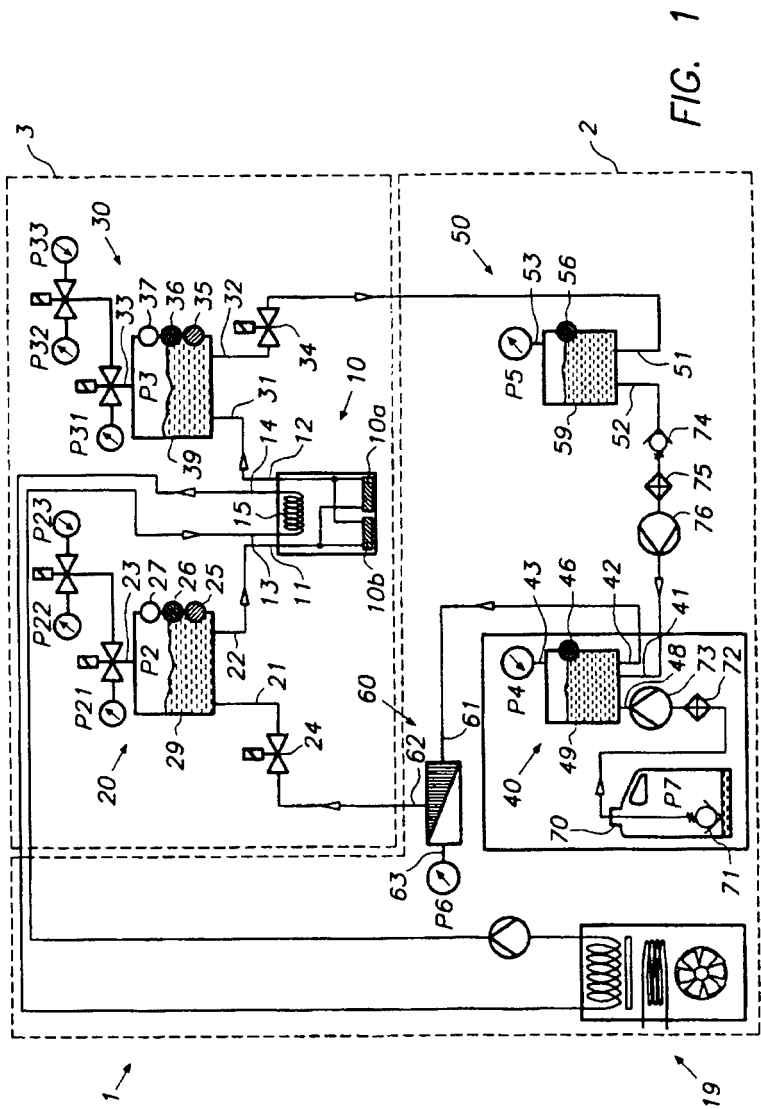
45

50

55

60

65



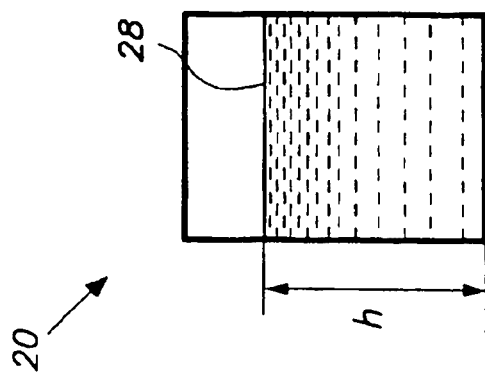


FIG. 2A

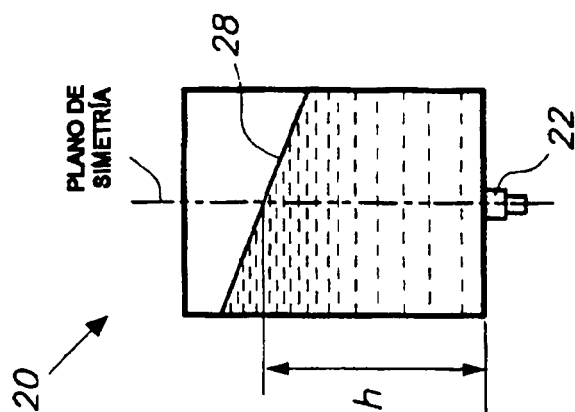


FIG. 2B

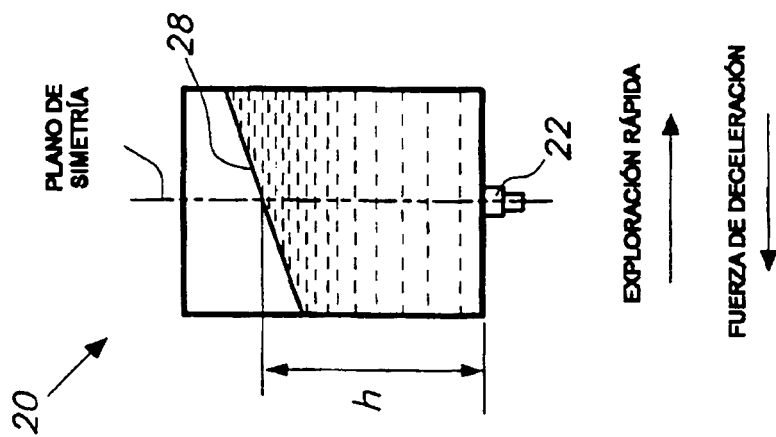
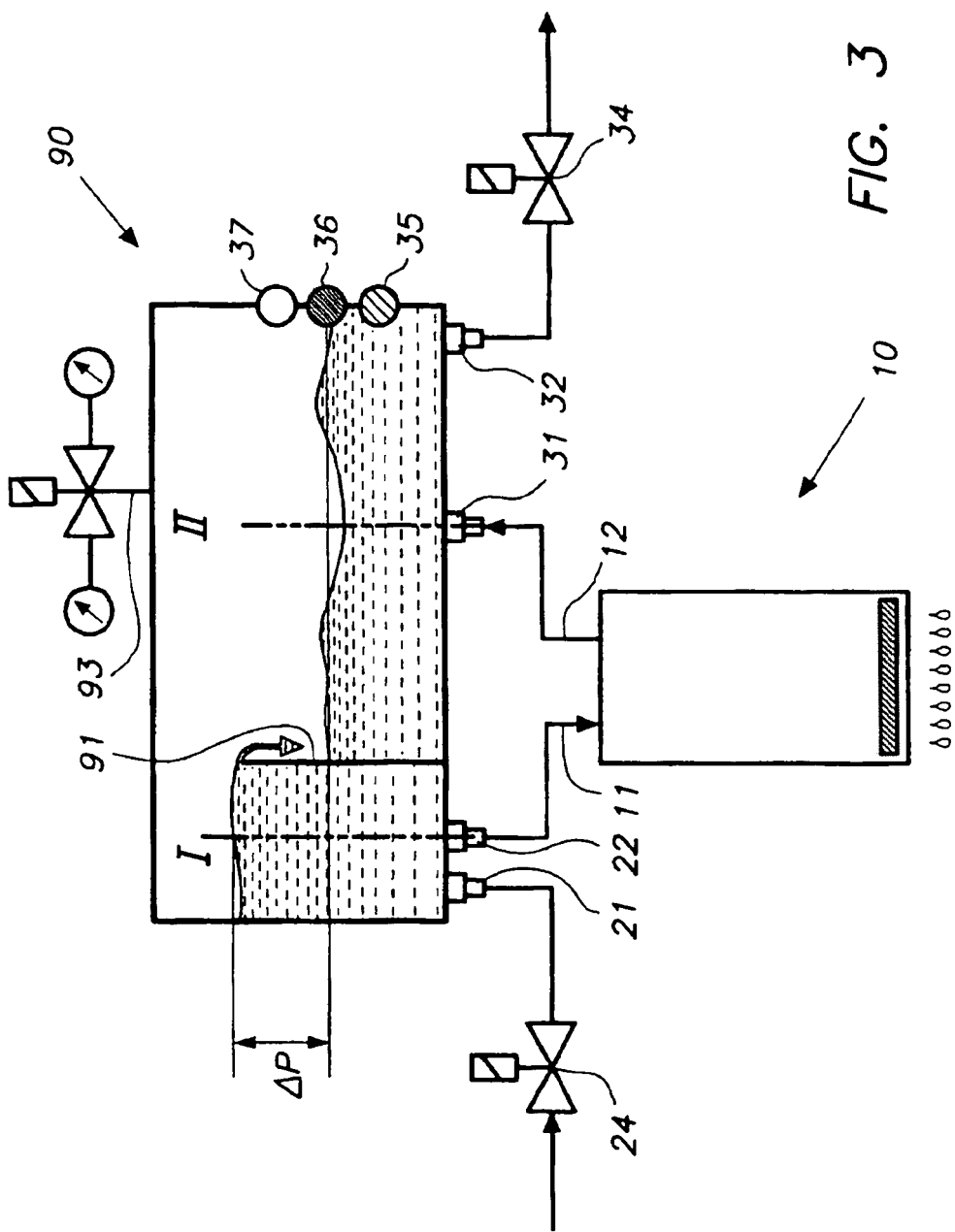
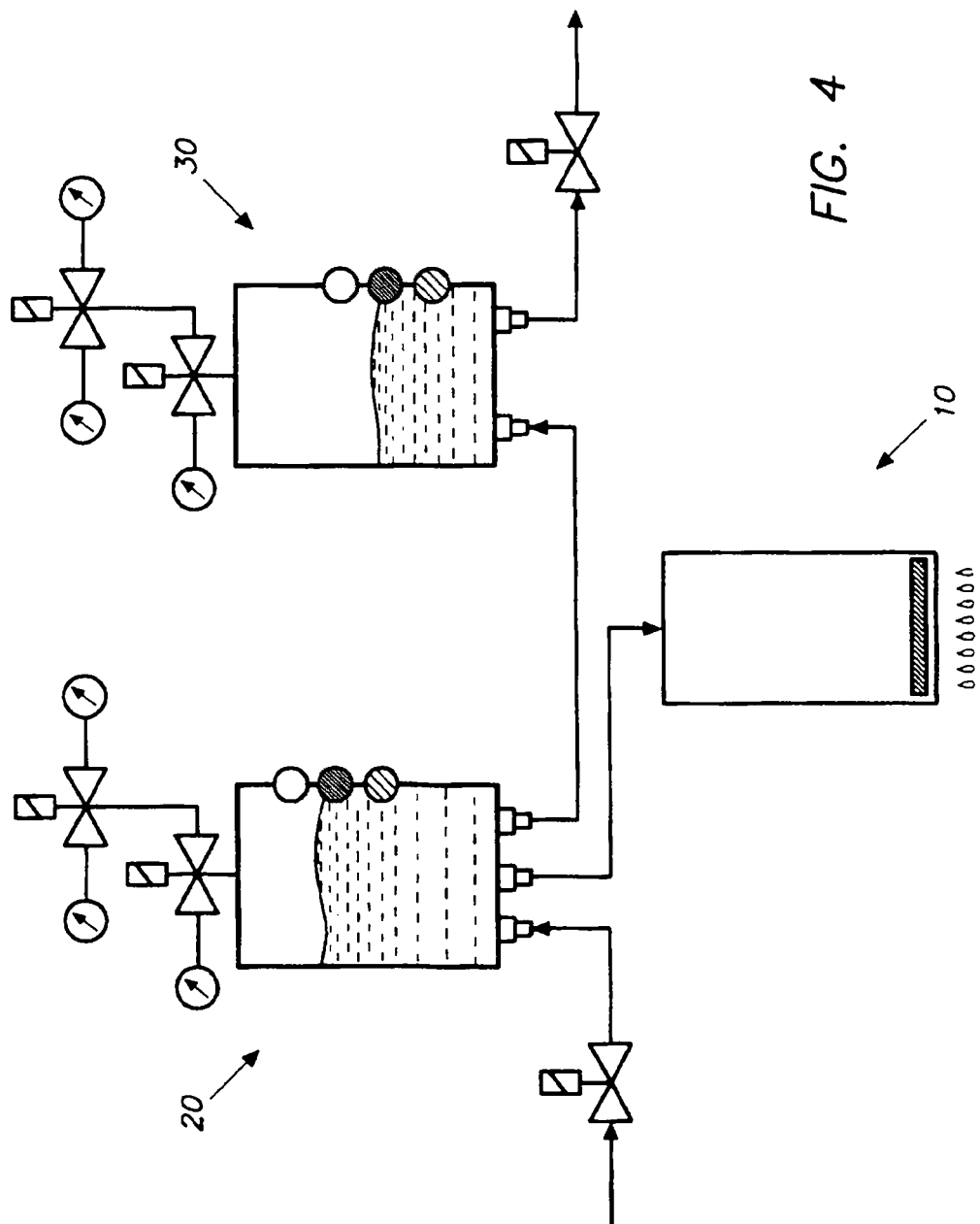


FIG. 2C





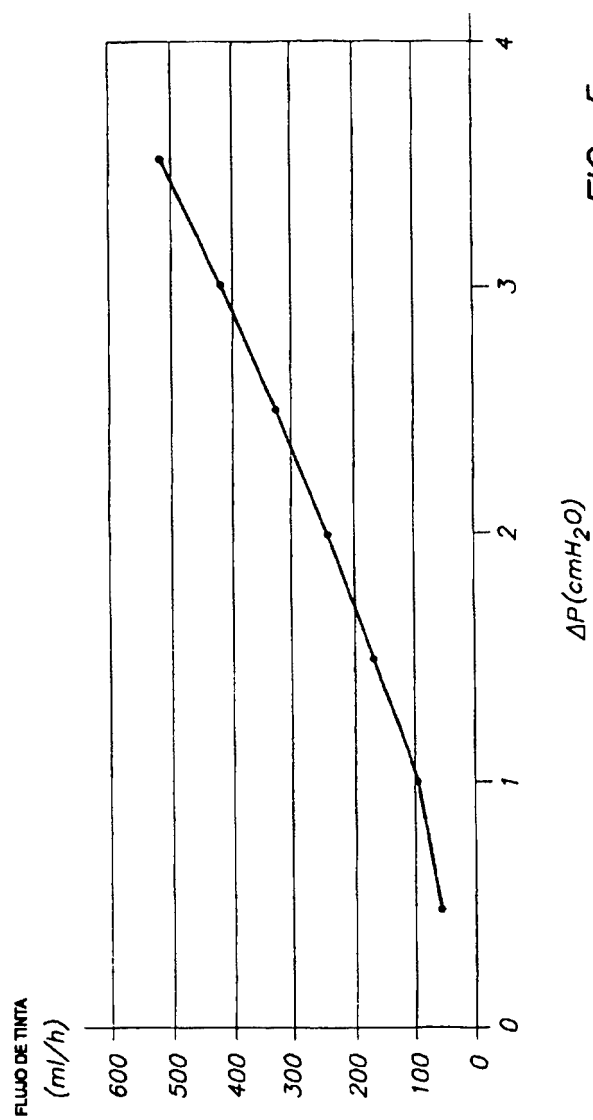


FIG. 5



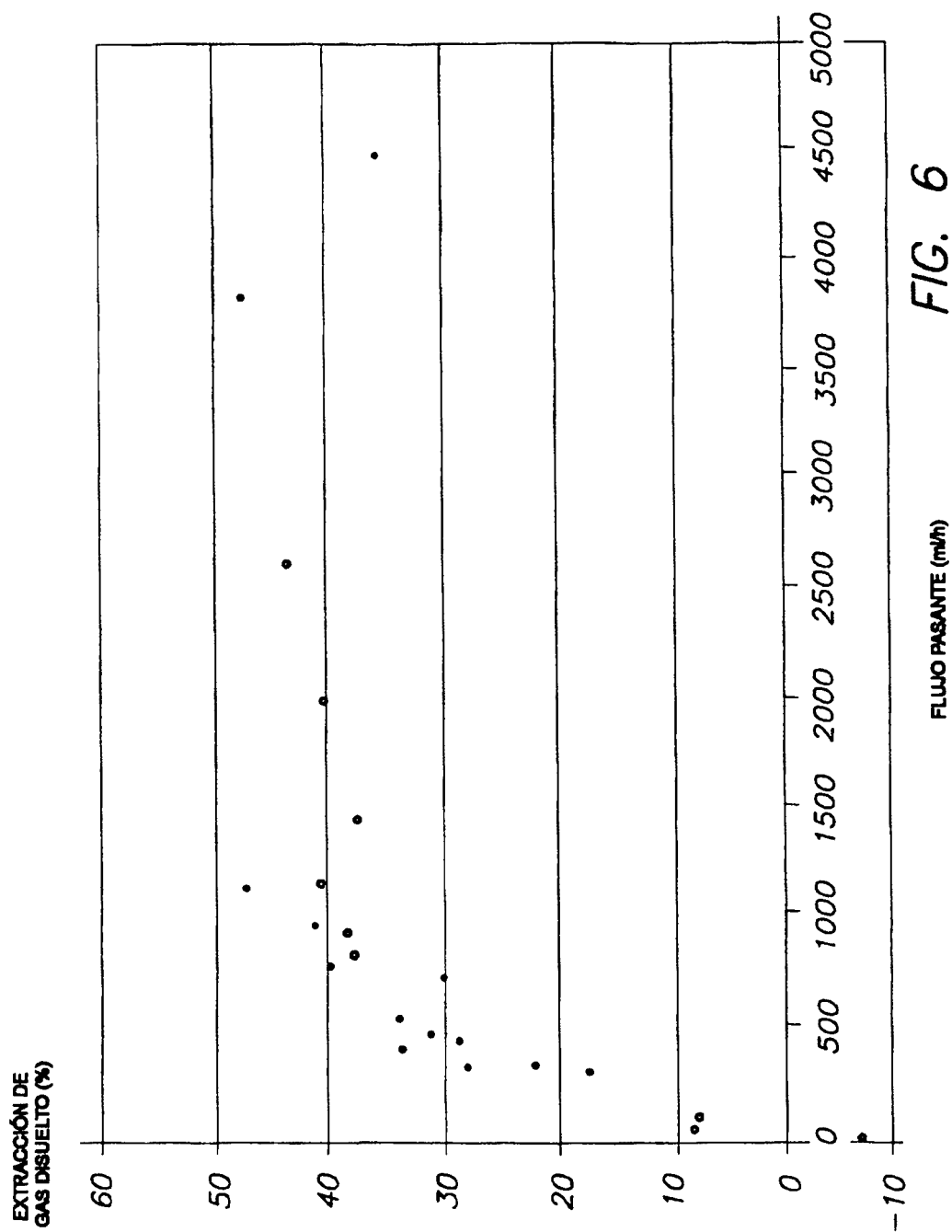


FIG. 6

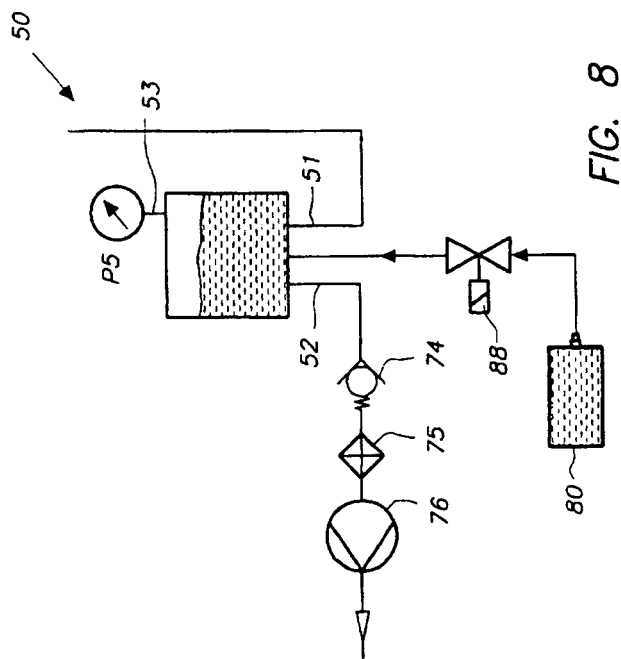


FIG. 8

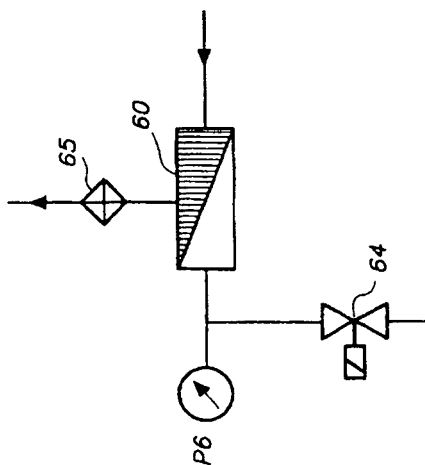


FIG. 7

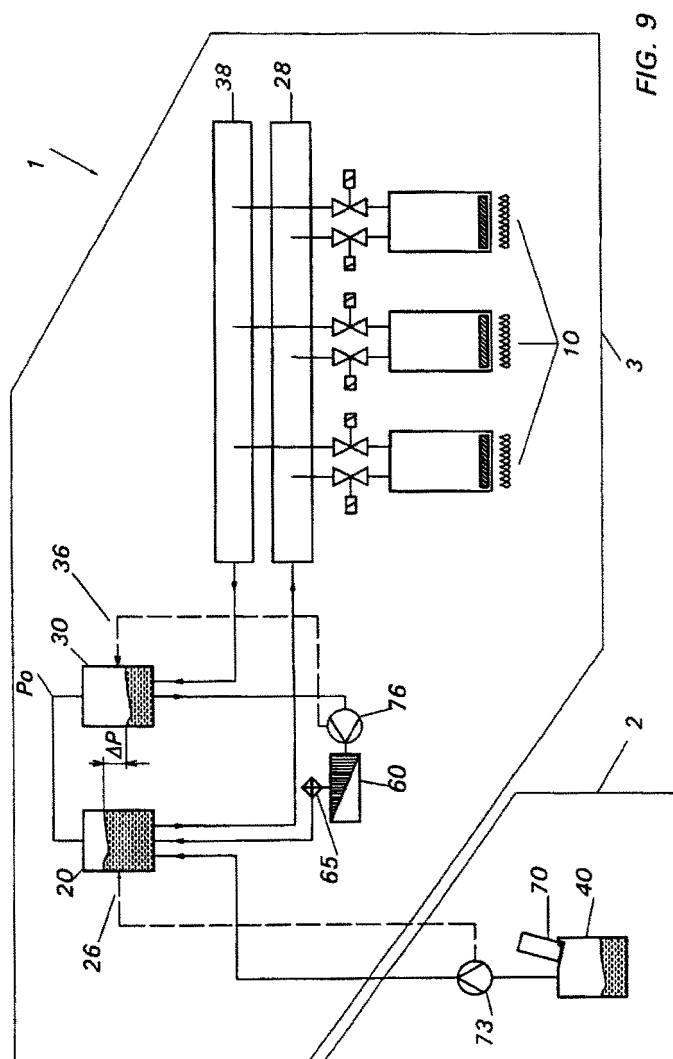


FIG. 9

