

I. DESCRIPCIÓN

I.I NOMBRE:

“CÁMARA DE VACÍO PARA IMPREGNACIÓN DE COMPUESTOS ACTIVOS EN MATRICES ALIMENTARIAS”

I.II SECTOR TECNOLÓGICO:

La ingeniería de matrices es un campo de estudio de la ingeniería de alimentos, que utiliza conocimientos desde las ciencias naturales, la ingeniería y la microestructura de los materiales, para producir y controlar cambios que modifiquen las propiedades composicionales, funcionales y/o sensoriales, entre otras, en los alimentos de estructura porosa. La técnica utilizada por la ingeniería de matrices es la Impregnación al vacío, la cual es una tecnología no destructiva, que permite la incorporación de líquidos externos al interior de las estructuras alimentarias, aplicando cambios de presión durante el proceso.

En general, cuando una matriz (alimentaria o no) es sumergida en un líquido, inicialmente las fuerzas capilares promueven la penetración de este en los espacios porosos de la matriz sólida; la cantidad de líquido penetrado en esta etapa depende de características como la dimensión y distribución de los tamaños de los poros, así como también de la conectividad de la interfaz sólido-líquido. La imposición de la etapa de vacío provoca la expansión del gas del interior de los poros y una salida parcial de mismo en conjunto con una deformación de la matriz sólida debido al comportamiento viscoelástico de esta, además de una posible salida de líquido nativo; el gas deja de salir de la matriz cuando la presión interna del poro iguala la presión subatmosférica de la cámara de impregnación y justo cuando se logra este estado, se asume que el líquido externo ingresa en el poro por efecto capilar comprimiendo el gas residual hasta alcanzar un estado de equilibrio a condición subatmosférica. El restablecimiento en el sistema de la presión barométrica local, el gradiente de presión macroscópico entre la cámara de vacío y el interior del alimento poroso promueve la transferencia de masa del líquido de impregnación (solución, dispersión o emulsión estable) debido al mecanismo hidrodinámico (MHD) impuesto por los cambios de presión. La cantidad de líquido penetrado al alimento depende de la efectividad del proceso de desgasificación durante la aplicación del vacío. Esta situación, podría conducir en la matriz sólida a una serie de deformaciones en ambas etapas y a una relajación de la estructura al final del proceso.

La modelación matemática del proceso IV ha sido descrita únicamente por Fito y Pastor (1994), Fito y Chiralt (1994) y Fito *et al.* (1996), (1- Fito P., Pastor R. (1994). Non-diffusional Mechanism occurring during vacuum osmotic dehydration (VOD). *Journal of Food Engineering*, 21: 513-519. 2- Fito P., Chiralt A. (1994). *An update on vacuum osmotic dehydration*. En: *ISOPOW Practicum II. Food preservation by moisture control*. Barbosa-C anovas G., Welti-Chanes J. (Eds.). Technomic Pub. Co. Inc.: Lancaster. 3-

Fito P., Andrés A., Chiralt A., Pardo P. (1996). Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food-liquid systems. *Journal of Food Engineering*, 27(3): 229-240.)

donde identificaron que este proceso depende del acoplamiento del MHD y de los fenómenos de deformación y relajación (FDR), impuestos por los cambios de presión en el sistema. El modelo inicialmente se planteó bajo la hipótesis de la existencia de una relación directa entre la microestructura del alimento y el proceso IV; posteriormente se consideró el acoplamiento MHD - FDR debido a los cambios de volumen observados en el alimento en cada una de las etapas del proceso, lo cual permitió explicar el incremento significativo de la eficacia del proceso IV. Este acoplamiento está afectado principalmente por factores de operación: presiones y tiempos del proceso; factores de la matriz: tamaño, geometría, porosidad (tamaño y distribución) y propiedades mecánicas (tiempo característico de relajación) y factores relacionados a la solución: composición, temperatura, viscosidad y tensión superficial (Zhao y Xie, 2004).

La sustitución de gases internos por una fase líquida de composición ajustable permite la formulación de un alimento por la modificación específica de la composición de la matriz sólida; mientras el cambio de composición ocurre en el alimento, los productos impregnados al vacío pueden mejorar las propiedades y calidad (nutricional y sensorial) dependiendo de la funcionalidad de los componentes de la solución de impregnación. En la última década, la adición de diferentes solutos, como compuestos con actividad biológica, antiparadeantes, mejoradores de textura, bactericidas, entre otros, están siendo incorporados con el objetivo de obtener productos innovadores con mayor valor agregado (Occhino *et al.*, 2011 - Occhino E., Hernando I., Llorca E., Neri L., Pittia P. (2011). Effect of vacuum impregnation treatments to improve quality and texture of zucchini (*Cucurbita pepo*, L). *Procedia Food Science*, 1: 829-835.). La IV no solo reviste un interés particular en el campo de los alimentos, también su aplicación ha incursionado en áreas del conocimiento tan variadas, que van desde el procesado y recubrimiento de la madera (Winfield *et al.*, 2009 - Winfield P.H., Becerra N., Kaczmar P. (2009). Investigation of primer/preservative basecoats for timber using vacuum impregnation. *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 29: 702-709.

) hasta el desarrollo de alternativas de tratamiento y purificación del agua impregnando carbón activado con iones de plata (Zhao *et al.*, 2012 - Zhao Y., Wang Z.-Q., Zhao X., Li W., Liu S.-X. (2012). Antibacterial action of silver-doped activated carbon prepared by vacuum impregnation. *Applied Surface Science*, (266): 67-72.)

Esta invención pertenece al sector correspondiente al procesamiento de alimentos; más específicamente para las tecnologías relacionadas con la entrega o incorporación de características nutricionales en alimentos, por medio de la técnica de impregnación al vacío.

I.III TECNOLOGÍA ANTERIOR:

Para esta referenciación, es necesario tener en cuenta que, existen otros dispositivos similares o relativos a este tipo de tecnología de impregnación de

alimentos, no obstante, se hace para fines meramente investigativos pero no para producción industrial o comercial, tal como se quiere en la patente que se pretende obtener. La tecnología anterior al pretendido en patente, está caracterizada por la existencia de las siguientes patentes y desarrollos:

Patente	Origen	Descripción Desarrollo	Usos	Similitud	Diferencias significativas
No 2,283,302	USA	Nuevo alimento impregnado usando como técnica la deshidratación osmótica y la posterior impregnación de los poros libres con sustancias comestibles.	Productos de confitería, ponqués, helados y productos similares.	Uso de vacío para la impregnación	No usa rampas de presurización negativa, despresurización positiva.
		Para la impregnación del alimento deshidratado utiliza vacío dentro de una cámara de vacío.	Deshidratación de frutas y otros alimentos.		No tiene un tanque de equilibrio para disminuir la histéresis en el control de vacío.
		En el mismo equipo se lleva a cabo la deshidratación para formar poros y la impregnación	Impregnación de líquidos grasos u otro fluido que puede ser inyectado dentro de los poros de la célula o dentro de granos, frutas o cualquier alimento modificado para que sus poros puedan recibir el líquido de impregnación		No opera a bajo vacío
					Usa para la impregnación alimentos deshidratados osmóticamente para aumentar o eliminar los poros
					Usos en matrices alimentarias como musáceas (plátanos y bananos)
No 3,476,078	USA	Aparato para la impregnación a vacío de productos, particularmente productos alimenticios.	Reemplazo de los espacios vacíos de ciertas frutas con líquidos o agua para mejorar la calidad del producto.	Uso de vacío para la impregnación	No usa rampas de presurización negativa, despresurización positiva.
		El aparato extrae aire del interior de la estructura celular de alimentos mientras los alimentos están sumergidos en un líquido. El líquido se introduce dentro de los espacios antes ocupados por el aire a través de un proceso continuo variando la presión dentro de la región ocupada por el producto.	En este caso las frutas deshidratadas por ejemplo pueden ser rehidratadas con agua bajo condiciones de vacío		No tiene un tanque de equilibrio para disminuir la histéresis en el control de vacío.
		Proceso continuo de impregnación	Extraer el aire a frutas para ser llenas con agua u otra solución y así mejorar el proceso de congelamiento de ese alimento. La solución puede ser agua con glucosa o suero de maíz para evitar o disminuir daños estructurales de las células durante el proceso de congelamiento del alimento este fenómeno ocurre por que el tamaño del cristal de hielo formado es menor		No opera a bajo vacío
					Usa para la impregnación alimentos deshidratados o tratados para aumentar o eliminar los poros
					Usos en matrices alimentarias como musáceas (plátanos y bananos)

Patente	Origen	Descripción Desarrollo	Usos	Similitud	Diferencias significativas
No 3,843,810	USA	Proceso para mejorar las condiciones de almacenamiento, apariencia y textura de las frutas, evacuando el aire de las frutas inmersas en un líquido y sustituyendo el aire por este líquido dentro de las frutas a condiciones extremas de baja presión	Procesos para el tratamiento de animales marinos, frutas y vegetales para mejorar su apariencia, textura, características de almacenamiento, y el tiempo necesario para el procesamiento de esos alimentos para su preservación.	Uso de vacío para la impregnación	No usa rampas de presurización negativa, despresurización positiva.
			Particularmente es un proceso para tratar varios alimentos bajo extremas condiciones de vacío para remover sustancialmente todos los gases incluyendo el deterioro por oxígeno y sustituyendolo por un líquido que proteja las paredes celulares del alimento.		No tiene un tanque de equilibrio para disminuir la histéresis en el control de vacío.
			Líquidos de impregnación con azúcar o sal para frutas que evita la contracción de estos alimentos		Usos en matrices alimentarias como musáceas (plátanos y bananos)
No 4,183,963	USA	Impregnación continua de alimentos sin uso de vacío	Método continuo para la impregnación de alimentos tales como vegetales, frutas, carne, huevos, y pescado con la inmersión de estos alimentos en soluciones concentradas.	No hay similitud no usa vacío para el proceso de impregnación	No usa rampas de presurización negativa, despresurización positiva.
			Soluciones de azúcaradas, salada para el uso en curado o la inclusión de elementos usados para la preservación.		No tiene un tanque de equilibrio para disminuir la histéresis en el control de vacío.
			Uso de soluciones salinas de impregnación para la conservación de alimentos		Usos en matrices alimentarias musáceas

Así las cosas y luego de mirar las patentes anteriores, la mayor característica novedosa del equipo que se quisiera patentar, en relación con los demás existentes, es la existencia de elementos activos que permiten el control del gradiente o ratio de la despresurización y la presurización de la cámara de impregnación, lo cual permitirá controlar la fuerza con la que se deforma la matriz sólida viscoelástica y por ende, el tamaño de los poros permitiendo controlar y mejorar los aspectos principales del proceso de impregnación al vacío.

I.IV DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION:

La presente invención se refiere a un impregnador a vacío para el ingreso de sustancias a una matriz sólida porosa, que puede ser un alimento. El impregnador a vacío mejora la forma en la cual el agente de impregnación ingresa a la matriz. Esto se logra porque se puede determinar y controlar la velocidad de presurización o despresurización del dispositivo. El impregnador está compuesto por una cámara de vacío, un tablero de control, un módulo eléctrico/electrónico y un tanque de compensación o igualador de presión.

En la cámara de vacío, se introducen las matrices porosas que quieren ser tratadas, que por medio de un soporte guía, en donde un motor DC entrega movimiento a una mesa sincrónica, se encarga de sumergir las matrices porosas en el líquido de impregnación. Las matrices son inmovilizadas o contenidas en una canasta a través del portamuestras, que está dotado de un moto-vibrador que somete las matrices a un movimiento fuerte que retira el exceso de líquido de impregnación. La mesa sincrónica se controla a través de los sensores opto-acoplados. La cantidad de líquido impregnado así como los cambios de peso de la matriz se registran usando una celda de carga. Los elementos anteriormente indicados, conforman un sistema de inmersión de los alimentos, que ha incorporado un sistema de ascenso y descenso automático por medio de una canasta hasta la solución impregnadora.

I.V DESCRIPCIÓN EXTENSA DE LA INVENCION:

Como se dijo anteriormente, la presente invención se refiere a un impregnador a vacío para el ingreso de sustancias a una matriz sólida porosa, que puede ser un alimento. El impregnador a vacío mejora la forma en la cual el agente de impregnación ingresa a la matriz. Esto se logra porque se puede determinar la velocidad de presurización o despresurización del dispositivo. El impregnador está compuesto por:

El equipo de impregnación (figura 1) tiene una cámara de vacío (1), tablero de control (2), módulo eléctrico/electrónico (3), y tanque de compensación o igualador de presión. La cámara de vacío (figura 2) en la cual se introducen las matrices porosas que quieren ser tratadas, tiene un soporte guía (5) en el cual un motor DC entrega movimiento a una mesa sincrónica (7) que se encarga de sumergir las

matrices porosas en el líquido de impregnación. Las matrices son inmovilizadas o contenidas en una canasta a través del portamuestras (8). El portamuestras a su vez está dotado de un moto-vibrador que somete las matrices a un movimiento fuerte que retira el exceso de líquido de impregnación. La mesa sincrónica se controla a través de los sensores opto-acoplados (6). La cantidad de líquido impregnado así como los cambios de peso de la matriz se registran usando una celda de carga (10). Los elementos anteriormente indicados, conforman un sistema de inmersión de los alimentos, que ha incorporado un sistema de ascenso y descenso automático de una canasta hasta la solución impregnadora. La cámara de vacío antes descrita, alcanza el vacío a través de una Bomba de vacío (figura 1 ítem 4 y figura 4 ítem 20). El tablero de control (2) esta asistido por un PLC acoplado a una pantalla táctil (12) que incorpora lazos de control para el vacío, rampas de vacío (13), y rampas de presurización (14). La información del estado de la presión dentro de la cámara es ingresada al PLC por sensores de presión. De igual forma el tanque de compensación de vacío (19) es continuamente monitoreado por un sensor de presión (18). El control mantiene la presión del tanque de compensación siempre por debajo de la presión de la cámara de vacío. Si la presión del tanque de compensación es mayor que en la cámara de vacío se enciende la bomba (20) hasta que la presión del tanque de compensación este por debajo de la presión de la cámara de vacío. La función del tanque de compensación es permitir que la pendiente de las rampas de vacío (13) y presurización (14) sean constantes. La pendiente de las rampas se determina utilizando las válvulas de aguja (13) y (14) respectivamente.

II. DIBUJOS

Figura 1.

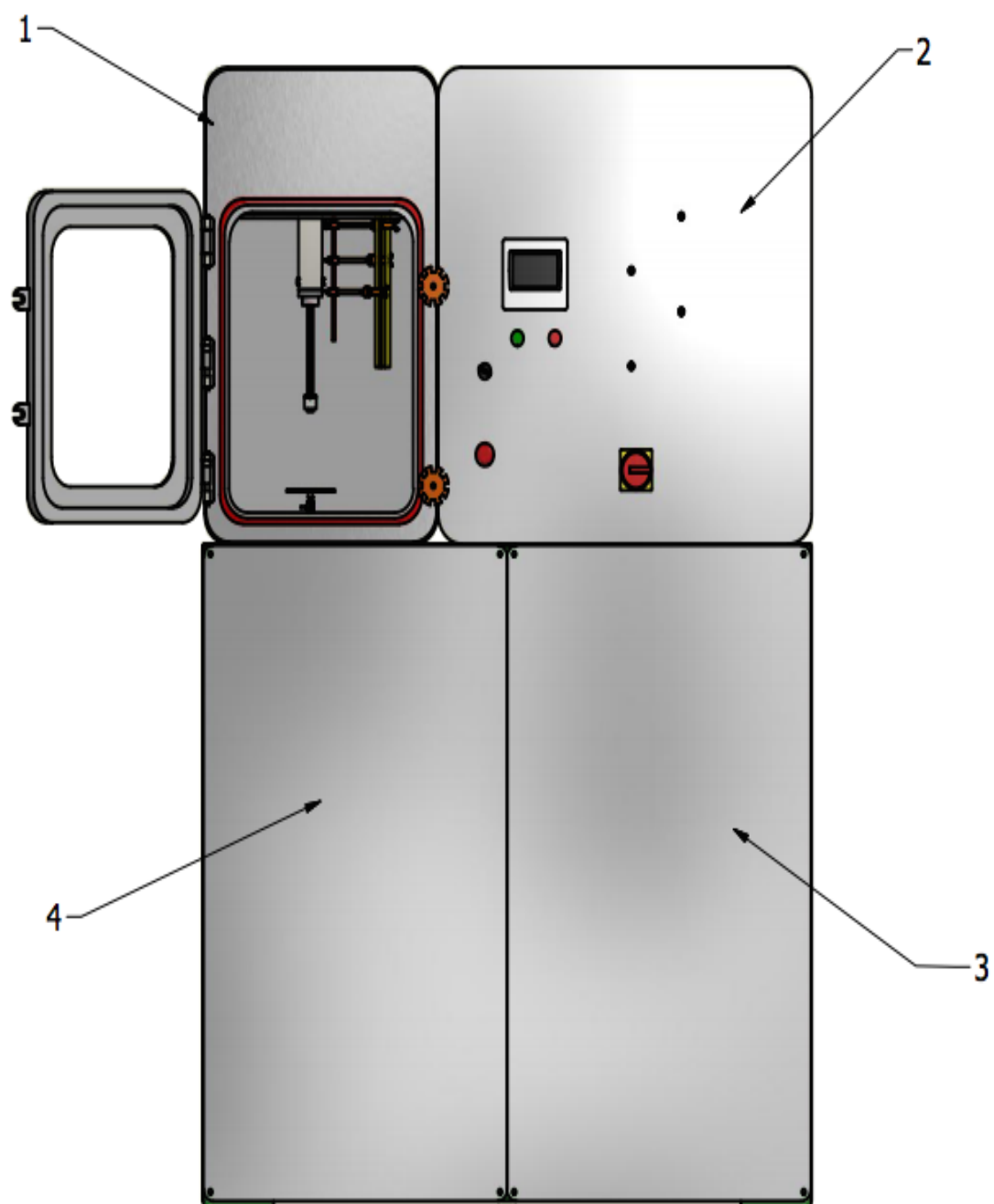


Figura 2.

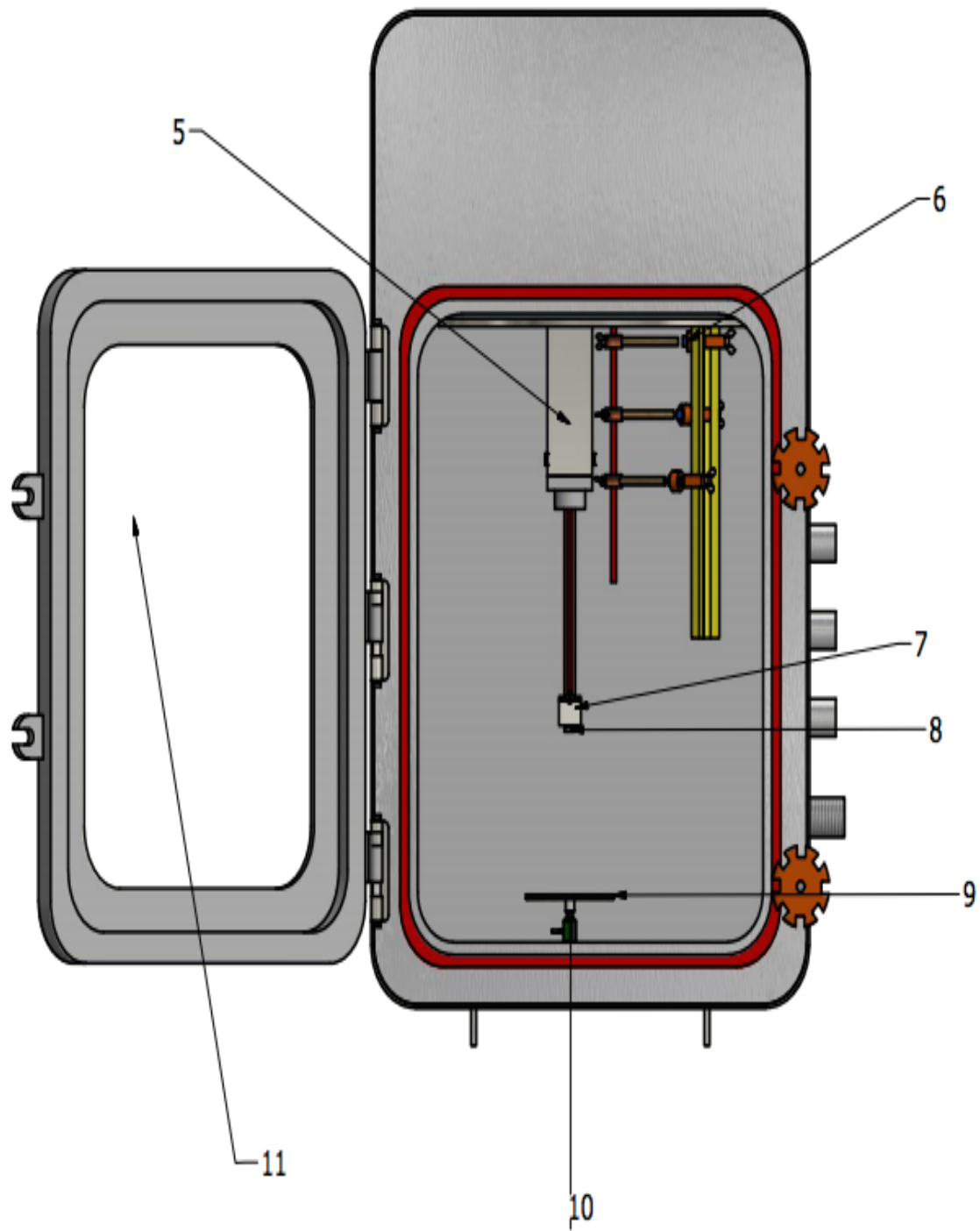


Figura 3.

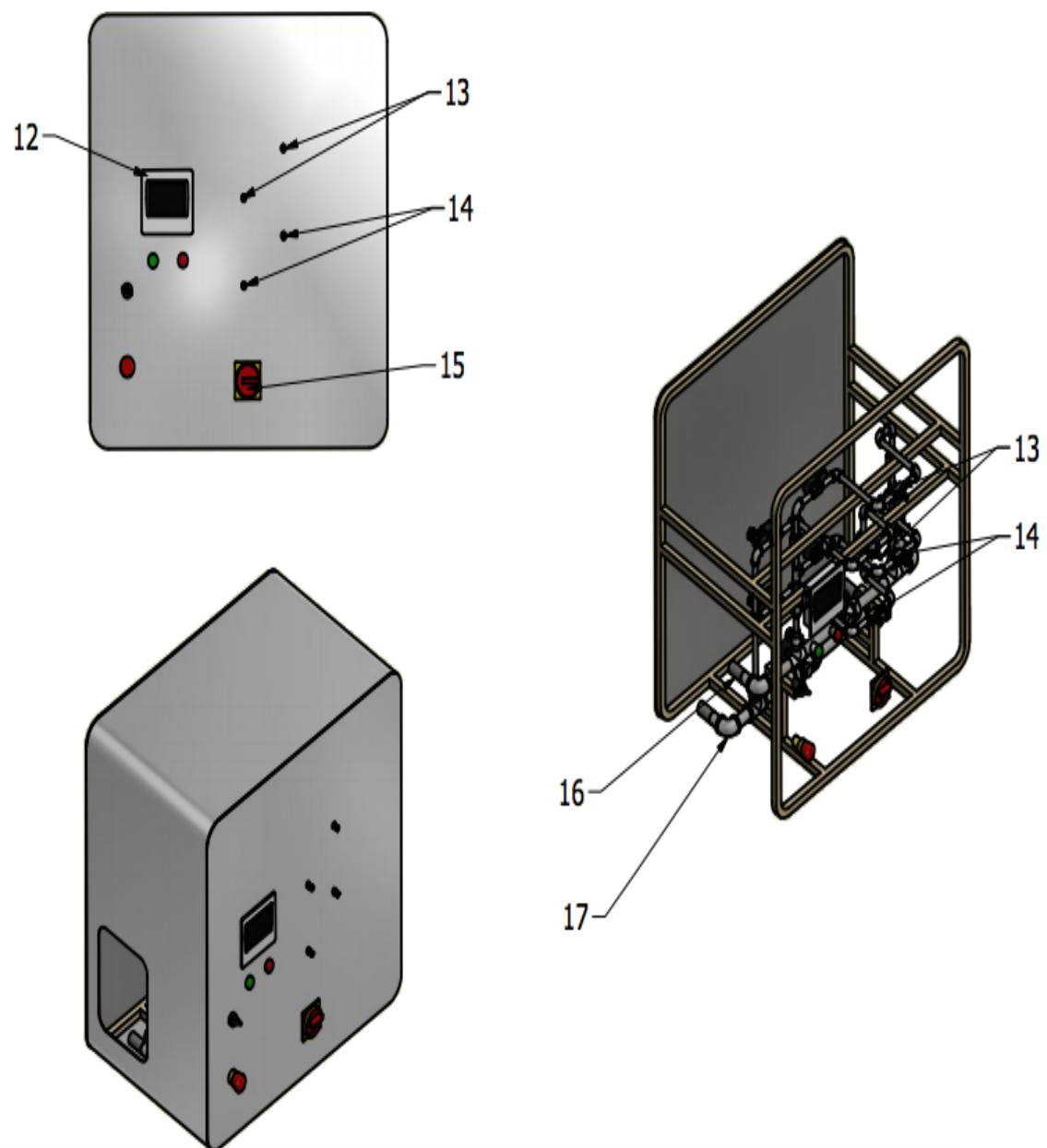
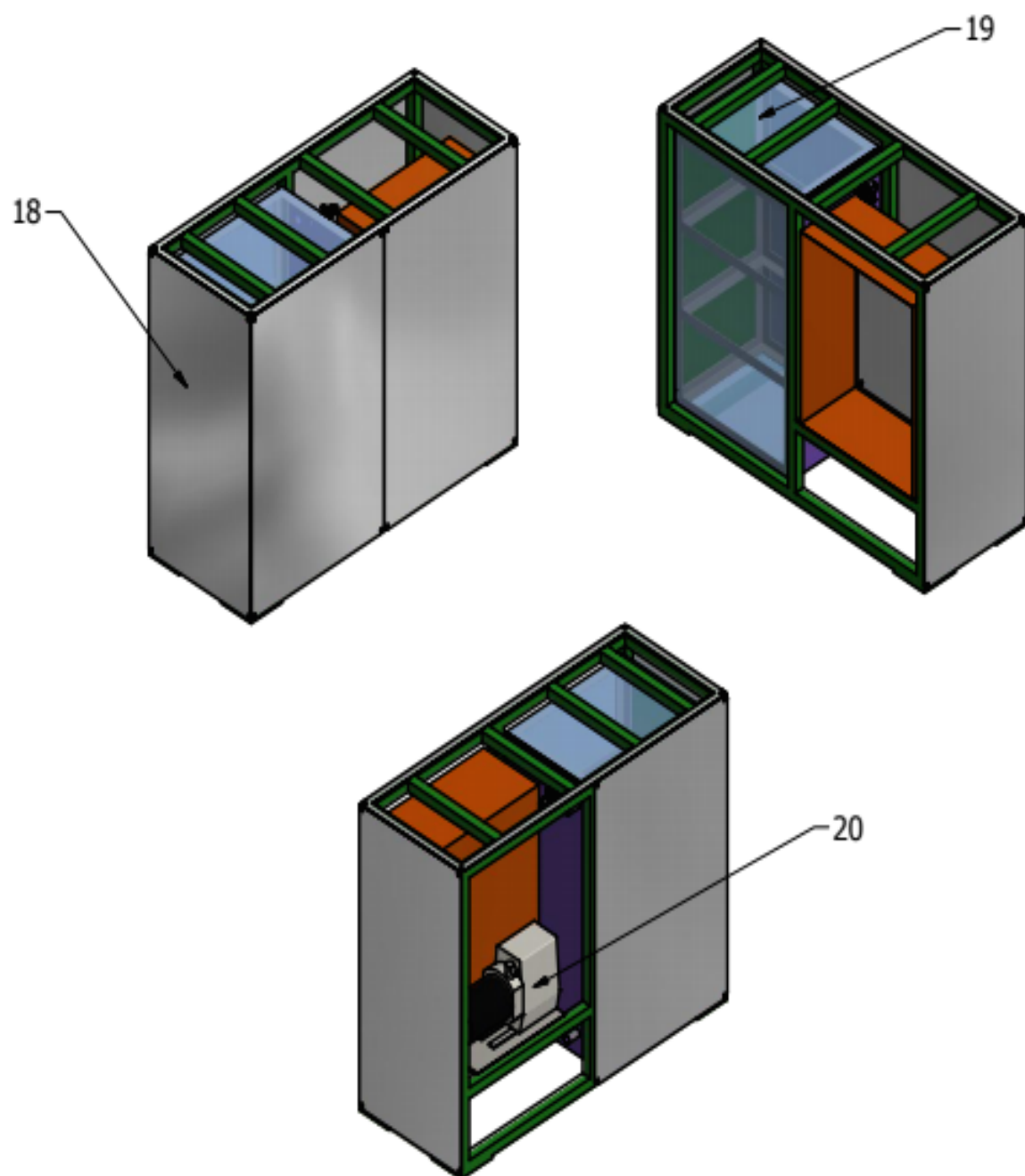


Figura 4.



II.I EXPLICACION DE LOS DIBUJOS

Figura 1. El equipo de impregnación

En donde el numeral, corresponde a

1. Camara de vacío
2. Tablero de control
3. Módulo eléctrico/electrónico
4. Tanque de compensación o igualador de presión

Figura 2. La cámara de vacío

En donde el numeral, corresponde a

5. Soporte Guia
6. Sensores Optoacoplados
7. Mesa Sincronica
8. Porta muestras
9. Platilo de pesaje
10. Celda de carga
11. Mirilla

Figura 3.

En donde el numeral, corresponde a

12. Pantalla tactil controladora de PLC
13. Rampas de vacío
14. Rampas de presurización
15. Parada de emergencia
16. Rampas de vacío.
17. Rampas de presurización.

Figura 4.

En donde el numeral, corresponde a

18. Sensor de presión
19. Tanque de compensación de vacío
20. Bomba de vacío