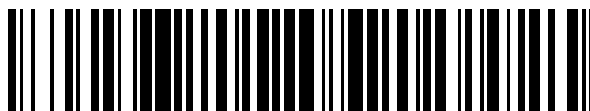


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 872**

51 Int. Cl.:

G01J 5/00 (2006.01)
G01N 25/72 (2006.01)
C03B 9/41 (2006.01)
G01J 5/02 (2006.01)
G01J 5/08 (2006.01)
G01J 5/10 (2006.01)
G01N 33/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2010 E 10194413 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2333502**

54 Título: **Sistema y método para monitorizar recipientes de vidrio caliente para mejorar su calidad y controlar el proceso de formación**

30 Prioridad:

10.12.2009 EP 09075545

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

02.12.2014

73 Titular/es:

EMHART GLASS S.A. (100.0%)
Hinterbergstrasse 22
6330 Cham, CH

72 Inventor/es:

HOLTKAMP, MARK EDWIN y
BRUMMELMAN, TEUNIS RENE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 523 872 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para monitorizar recipientes de vidrio caliente para mejorar su calidad y controlar el proceso de formación

Antecedentes de la invención

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, de manera general, a un sistema y un método para monitorizar recipientes de vidrio caliente en el extremo caliente a medida que fluyen desde una máquina I.S. (de sección individual) en la que son fabricados, para permitir que su calidad sea monitorizada, mejorada y controlada.

10 Los recipientes de vidrio se fabrican en un proceso de fabricación que tienen tres partes, a saber el taller de composición, el extremo caliente y el extremo frío. El taller de composición es donde se preparan y se mezclan en lotes los materiales en bruto para el vidrio (incluyendo habitualmente arena, carbonato de sodio, piedra caliza, polvo de vidrio (vidrio triturado, reciclado) y otros materiales en bruto). El extremo caliente comienza con un horno, en el que los materiales en lotes son fundidos formando vidrio fundido, y desde el cual fluye un flujo de vidrio fundido.

15 El vidrio fundido se corta en cilindros de vidrio denominados gotas, que caen por la acción de la gravedad hacia moldes de piezas en bruto. En los moldes de piezas en bruto, se forma un pre-recipientes denominado preforma ("parison"), utilizando un émbolo de metal para empujar el vidrio hacia el molde de la pieza en bruto, o soplando el vidrio desde debajo hacia el molde de la pieza en bruto. La preforma se invierte y se transfiere a un molde, en el que la preforma es soplada con el perfil del recipiente. El extremo caliente incluye asimismo un proceso de recocido que impide que los recipientes tengan vidrio debilitado debido a tensiones provocadas por una cocción desigual. El
20 proceso de recocido se utiliza para conseguir una refrigeración homogénea, utilizando un horno de recocido o Lehr para calentar los recipientes, y refrigerarlos a continuación lentamente durante un período de veinte a sesenta minutos.

25 El equipo del extremo frío del proceso de fabricación de recipientes de vidrio inspecciona los recipientes para asegurar que tienen una calidad aceptable. Todos los recipientes de vidrio son inspeccionados mediante máquinas automatizadas después de la fabricación en busca de diversos fallos. Los expertos en la materia apreciarán que si existe un problema en la manera en que los recipientes de vidrio están siendo moldeados por la máquina I.S., salvo que el problema sea muy evidente a partir de una inspección casual de los recipientes de vidrio a medida que fluyen desde la máquina I.S. sobre transportadores que los sacan de la máquina I.S., a través del horno de recocido o Lehr, y a través del equipo de inspección en el extremo frío, puede haber cientos de recipientes de vidrio defectuosos que
30 haya que desechar cuando se constata por primera vez la existencia de un problema.

Por consiguiente, es beneficioso determinar la existencia de un problema recurrente en la calidad en los recipientes de vidrio lo antes posible a partir del momento en que estos salen de la máquina I.S. y cuando aún siguen muy calientes. Se han realizado diversos intentos para inspeccionar recipientes de vidrio caliente en el extremo caliente de la línea de fabricación de recipientes de vidrio. Se muestra un intento precoz en la patente de U.S.A. número 5
35 583 337, concedida a Chan el 10 de diciembre de 1996, que utiliza una cámara sensible a la radiación infrarroja, situada frente al recorrido del recipiente de vidrio caliente a través de la zona de inspección. La imagen de cada recipiente de vidrio caliente se procesaba en zonas y los datos de cada zona se comparaban con parámetros predeterminados, para determinar si el recipiente de vidrio caliente era o no defectuoso.

40 Se muestra otro intento precoz en la patente europea número 643 297, concedida a Troost el 18 de diciembre de 2002, que utilizaba una o dos cámaras de infrarrojos y comparaba la distribución de energía de infrarrojos y/o las diferencias de energía en imágenes procedentes de la cámara de infrarrojos, con un modelo matemático de referencia que se había desarrollado mediante propiedades físicas específicas, tales como la radiación infrarroja liberada (emitida), en combinación con tamaños específicos y composiciones de vidrio del producto.

45 Se muestra otro intento en la patente de U.S.A. número 6 188 079, concedida a Juvinal y otros el 13 de febrero de 2001, que medía la intensidad de la radiación emitida mediante recipientes de vidrio caliente en dos longitudes de onda diferentes, a saber una longitud de onda en el infrarrojo cercano en la que la imagen variaba en función de la temperatura superficial y el grosor de la pared, y una longitud de onda de infrarrojos de mayor longitud de onda en la que la imagen variaba en función solamente de la temperatura superficial. Se determinaba el grosor de la pared comparando las imágenes entre sí.

50 Se muestra un intento más reciente en la publicación de solicitud de patente U.S.A. número 2006/0096319, publicada el 11 de mayo de 2006, de Dalstra, que utiliza radiación de longitud de onda en el infrarrojo cercano de recipientes de vidrio caliente para obtener una imagen de los recipientes de vidrio caliente. Cada imagen se subdividía por lo menos en dos zonas, se determinaban valores de intensidad promedio para las zonas para cada imagen del recipiente de vidrio caliente, y el valor de la intensidad promedio de cada zona para cada recipiente de
55 vidrio caliente se comparaba con un valor de referencia, tal como el "promedio móvil", para determinar desviaciones del mismo, a partir de lo cual se podía generar adicionalmente una señal de error, se calculaba una curva de

refrigeración y se utilizaba ésta como referencia para compensar la diferencia en la cantidad de radiación de los productos de vidrio debida a tiempos de refrigeración diferentes.

Todos estos sistemas pueden generar señales de error incluso cuando existe un cambio en la cantidad de radiación infrarroja que no está provocado por un cambio en el proceso de formación, sino que por el contrario se debe a cambios en el entorno y a otras condiciones y parámetros tales como, por ejemplo, la temperatura ambiental, la humedad ambiental, la temperatura del aire de refrigeración, la humedad del aire de refrigeración, humo y suciedad en el aire, configuraciones de la cámara de infrarrojos, contaminación de los elementos ópticos de la cámara de infrarrojos, la velocidad de producción, la composición del material de vidrio y el peso del recipiente de vidrio. Estas condiciones y parámetros, que por sí mismos no tienen nada que ver con la calidad del recipiente de vidrio, pueden alterar drásticamente las intensidades de la radiación infrarroja medida, por ejemplo, en función de si el sistema está funcionando por el día o por la noche, de diferencias ocasionadas por las diferentes estaciones del año, del emplazamiento de la fabricación y/o de la propia máquina I.S.

Por consiguiente, el operario tiene que estar presente siempre para monitorizar cuidadosamente los resultados de la medición y las señales de error generadas, comprobar las condiciones y los parámetros y regular valores de referencia para compensar unas condiciones y parámetros que cambian continuamente. Desde un punto de vista práctico, esto es muy indeseable, debido a que los costes de mano de obra son relativamente altos y el proceso de fabricación de recipientes de vidrio se produce en un entorno caliente y ruidoso, que no es un entorno de trabajo favorable.

Otro inconveniente de los sistemas conocidos, y en particular de los sistemas de Troost y de Dalstra, es que cuando comienzan la fabricación de un recipiente de vidrio que ya ha sido fabricado con anterioridad, las condiciones y los parámetros mencionados anteriormente pueden haber cambiado, en cuyo caso los valores de referencia y/o las curvas de refrigeración utilizadas para la fabricación anterior pueden no ser útiles para la fabricación actual (y, si se utilizan, pueden producir de hecho recipientes de vidrio con una calidad inaceptable). Para estos sistemas, cada vez que se requiere una nueva referencia maestra y/o una nueva curva de refrigeración, el tiempo de puesta en marcha se puede prolongar considerablemente, lo cual no es deseable.

Los inventores de la presente invención en su solicitud de patente europea número EP 09075545.5, presentada el 10 de diciembre de 2009, publicada como EP 2336740A y asignada al cesionario de la presente solicitud de patente, presentaron una mejora sustancial respecto de los sistemas que se han mencionado anteriormente. La invención obtenía imágenes de infrarrojos de los recipientes de vidrio caliente, con un número predeterminado de líneas de imagen de barrido horizontal, teniendo cada píxel en cada línea de la imagen un valor digital. El valor para la medición de la radiación de línea para cada imagen se determinaba sumando los valores digitales de la totalidad de los píxeles en cada línea de imagen. Se obtenía una medición de la radiación total para cada recipiente de vidrio caliente sumando los valores digitales de todos los píxeles en todas las líneas de imagen para el recipiente de vidrio caliente. Dividiendo cada una de las mediciones de radiación de línea por la medición de la radiación total, se normalizaban los valores para cada recipiente de vidrio sin la necesidad de compararlos con un valor promedio, un valor de referencia maestro o una curva de refrigeración.

Si bien esta invención representa un avance enorme sobre los otros sistemas que se han mencionado anteriormente, se describirán a continuación mejoras adicionales que han sido realizadas. Estas mejoras adicionales estarán dirigidas a presentar imágenes a un operario en un módulo de interfaz de usuario de pantalla táctil que permitirá la identificación rápida de las desviaciones del proceso de formación de vidrio, incluyendo la geometría de los recipientes de vidrio y la distribución del vidrio en los recipientes de vidrio, proporcionará retroalimentación de la calidad del proceso de formación, identificará potenciales mejoras inmediatas y "desconocidas" anteriormente, proporcionará avisos rápidos y adecuados de problemas de calidad y producirá mejoras continuas en la calidad de los recipientes de vidrio.

La presente invención está dirigida a un método y un sistema para monitorizar y analizar características de recipientes de vidrio caliente formados mediante una máquina I.S., en general del tipo dado a conocer en la patente US-A-5 583 337 mencionada anteriormente, y tal como se define en los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 22, respectivamente.

De acuerdo con la presente invención, se da a conocer un método y un sistema según se definen en las cláusulas caracterizadoras de las reivindicaciones 1 y 22, respectivamente.

Compendio de la invención

Las desventajas y limitaciones de la técnica anterior descrita anteriormente son superadas por la presente invención. Con esta invención, se dan a conocer un sistema y un método para la monitorización de un proceso de formación de recipientes de vidrio en el extremo caliente, que es independiente de las condiciones y los parámetros mencionados que han impedido a los intentos conocidos anteriormente monitorizar recipientes de vidrio caliente, y con los cuales es posible producir recipientes de vidrio de alta calidad y con un nivel de consistencia aumentado sustancialmente. El sistema monitoriza la radiación de los recipientes de vidrio caliente, extrae imágenes de cada recipiente de vidrio caliente, analiza las imágenes de los recipientes de vidrio caliente y proporciona las imágenes de los recipientes de

vidrio caliente junto con información indicativa de la calidad de los mismos, a una pantalla de visualización visible por un operario.

Uno o varios dispositivos de formación de imágenes de infrarrojos de onda corta (SWIR, Short Wave Infrared) están situados directamente después de la máquina I.S. en lados opuestos del recipiente para monitorizar los recipientes de vidrio caliente a medida que estos son formados por la máquina I.S. y pasan por el dispositivo o dispositivos de formación de imágenes SWIR sobre el transportador. El dispositivo o dispositivos de formación de imágenes SWIR proporcionan imágenes electrónicas a partir de las cuales se extrae una imagen electrónica para cada recipiente de vidrio caliente. Las imágenes electrónicas de los recipientes de vidrio caliente se procesan a continuación para identificar cavidades que destacan en la población global de todas las cavidades, utilizando una serie de criterios diferentes que son relevantes para la calidad de los recipientes de vidrio caliente. En una realización preferida, por lo menos parte de la información procedente de los recipientes de vidrio caliente se puede normalizar utilizando técnicas mostradas en el documento EP 2336740A mencionado anteriormente. Esto normaliza la medición entre un recipiente de vidrio caliente y otro recipiente de vidrio caliente, y elimina este modo las consecuencias de variaciones globales de temperatura entre recipientes de vidrio, condiciones ambientales variables y otras variaciones que afectan a las mediciones, lo que proporciona una referencia de calidad única para cada recipiente de vidrio.

El proceso llevado a cabo sobre las imágenes de los recipientes de vidrio caliente proporciona una amplia gama de información relacionada con los recipientes de vidrio caliente para identificar rápidamente desviaciones en el proceso de formación del vidrio y en la distribución del vidrio en la totalidad de los recipientes de vidrio caliente. Las imágenes producidas mediante los dispositivos de formación de imágenes SWIR son procesadas para identificar cavidades que destacan entre la población global de todas las cavidades. Las desviaciones utilizadas para identificar los artículos anómalos están basadas en la distribución vertical y horizontal del vidrio de los recipientes, en el contorno dimensional incluyendo la inclinación y en la posición en el transportador. Las cavidades o secciones que producen recipientes anómalos son identificadas rápidamente y presentadas visualmente al operario de la máquina.

Parte de esta información se almacena en bases de datos por medio del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente. Las imágenes de los recipientes de vidrio caliente y los análisis de los recipientes de vidrio caliente se presentan en una pantalla de la interfaz de usuario. En la realización preferida, la pantalla de la interfaz de usuario es una pantalla táctil que permite a un usuario interactuar con las imágenes y obtener información analítica presentada con las imágenes.

Una de las características proporcionadas en la pantalla de la interfaz de usuario son vistas en directo de los recipientes de vidrio caliente, que se actualizan en tiempo real. En una realización preferida, la totalidad de los recipientes de vidrio caliente de todos los moldes en todas las secciones de la máquina I.S. se pueden visualizar simultáneamente en tiempo real. El sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente presenta asimismo anotaciones indicativas de características que son problemáticas, incluyendo la presentación de alarmas e indicaciones de que están siendo rechazados recipientes por el sistema. En una realización, se pueden mostrar al usuario los peores moldes del sistema para permitir la diagnosis y corrección de problemas de rendimiento.

La pantalla incluye asimismo visualizaciones de la distribución vertical del vidrio y la distribución horizontal del vidrio y, en una realización preferida, se muestran simultáneamente la distribución vertical del vidrio y la distribución horizontal del vidrio en una única pantalla. Esta visualización se presenta asimismo en tiempo real. En otra realización preferida, la información analítica obtenida a partir de los recipientes de vidrio caliente se puede proporcionar a la máquina I.S. para permitir la corrección automática de algunos aspectos del proceso de fabricación de recipientes de vidrio, incluyendo la colocación de los recipientes de vidrio en el transportador.

Por lo tanto, el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención presenta a un operario imágenes junto con información analítica relativa a la calidad de los recipientes de vidrio caliente, en una pantalla táctil que permite la rápida identificación de desviaciones del proceso de formación de vidrio, que incluyen la geometría de los recipientes de vidrio, la distribución de vidrio en los recipientes de vidrio y las posiciones de los recipientes de vidrio en el transportador. Se proporciona asimismo una retroalimentación de la calidad del proceso de formación, identificando de ese modo potenciales mejoras instantáneas y "desconocidas" anteriormente, proporcionando avisos rápidos y adecuados sobre problemas de calidad y contribuyendo a mejoras continuas en la calidad de los recipientes de vidrio.

Descripción de los dibujos

Estas y otras ventajas de la presente invención se comprenden mejor haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

la figura 1 es una vista esquemática de una máquina de formación y de una realización del sistema analítico;

la figura 2 es una imagen de un recipiente de vidrio;

la figura 3 es una medición de la radiación de línea para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 1;

la figura 4 es una curva de la relación de las mediciones para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 2;

la figura 5 es una curva de referencia para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 2;

la figura 6 es la curva de referencia junto con la curva de la relación de las mediciones para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 2;

la figura 7 es una curva de diferencias relativas para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 2;

5 la figura 8 es una vista simplificada de un sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente según la presente invención, que muestra los componentes esenciales del mismo cuando está instalado en una línea habitual de fabricación de recipientes de vidrio;

la figura 9 es una vista esquemática que muestra las conexiones de funcionamiento de los componentes esenciales del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente a modo de ejemplo mostrado en la figura 8, que muestra el flujo de datos entre los componentes;

10 la figura 10 es una representación esquemática que muestra el funcionamiento de uno de los módulos de cámara mostrados en la figura 9, en un alto nivel;

la figura 11 es una representación esquemática que muestra el funcionamiento del primer módulo de cámara mostrado en la figura 9, en un nivel más detallado que el nivel mostrado en la figura 10;

15 la figura 12 es una representación esquemática funcional del módulo de procesamiento de imágenes mostrado en la figura 11;

la figura 13 es un dibujo esquemático de una serie de recipientes de vidrio caliente en una "tira de filmas" digital continua de imágenes, que muestra una imagen de un único recipiente de vidrio caliente a extraer de la "tira de filmas" de imágenes mediante la funcionalidad de módulo de procesamiento de imágenes mostrado en la figura 12;

20 la figura 14 es un dibujo esquemático de un recipiente de vidrio caliente extraído de la imagen de un único recipiente de vidrio caliente en la tira de filmas de imágenes mostradas en la figura 13;

la figura 15 es una vista lateral de un "artículo pegado" en la que dos recipientes de vidrio, aún plásticos, han quedado pegados entre sí;

25 la figura 16 es una vista lateral de un "artículo volcado", en la que un recipiente de vidrio se ha caído en el transportador;

la figura 17 es una vista esquemática superior, en planta, de una parte del transportador, que muestra posiciones longitudinales y laterales de cada uno de la serie de recipientes de vidrio en una serie correspondiente de posiciones longitudinales;

30 la figura 18 es un dibujo esquemático de la detección de bordes que se produce en la imagen del recipiente de vidrio caliente extraída de la "tira de filmas" de imágenes de la figura 14;

la figura 19 es una vista lateral de un recipiente de vidrio que muestra una línea que se extiende a través de un centro determinado del recipiente de vidrio;

35 la figura 20 es una vista lateral de un recipiente de vidrio que tiene una "inclinación", mostrándose la determinación de la inclinación para el recipiente de vidrio mediante líneas que muestran inclinación para las mitades superior e inferior del recipiente de vidrio;

la figura 21 es una vista lateral de otro recipiente de vidrio que tiene una "inclinación", con una única línea que muestra la inclinación para el recipiente de vidrio;

la figura 22 es una representación esquemática que muestra el flujo de datos de imagen formateados que se produce en el módulo de procesamiento de imágenes mostrado en las figuras 10 y 12;

40 la figura 23 es una representación esquemática que muestra la combinación de datos que se produce en el módulo de combinación utilizado en la figura 12;

la figura 24 es una representación esquemática que muestra la combinación de datos de objeto que será proporcionada a los módulos de interfaz de usuario y visualizada en los mismos;

45 la figura 25 es una captura de pantalla de la visualización de un módulo de interfaz de usuario de pantalla táctil que muestra una pantalla de Visión general, en la que la última imagen del recipiente de vidrio procedente de cada molde de la sección de la máquina I.S. se visualiza simultáneamente y se actualiza en tiempo real;

la figura 26 es una captura de la pantalla de Ayuda para la pantalla de Visión general de la figura 25, que muestra una relación de muchos de los símbolos utilizados en la pantalla de Visión general;

las figuras 27A-C son pantallas de una distribución vertical, una distribución horizontal, y una distribución de vidrio con distribución vertical y distribución horizontal, respectivamente;

la figura 28 es una captura de la pantalla de Distribución de vidrio que muestra la distribución vertical así como la distribución horizontal;

- 5 la figura 29 es una captura de la pantalla de Ayuda para la pantalla de Distribución de vidrio de la figura 28, que proporciona explicaciones para la información que se muestra en la pantalla de Distribución de vidrio;

la figura 30 es una captura de la pantalla de Atención, que muestra los tres peores moldes de fabricación de la máquina I.S.;

- 10 la figura 31 es una captura de la pantalla de Transporte que muestra la posición en tiempo real de los recipientes de vidrio caliente sobre el transportador, para cada molde, así como la variación en las posiciones durante un período de tiempo seleccionado;

la figura 32 es una captura de la pantalla de Ayuda para la pantalla de Transporte de la figura 31, que proporciona explicaciones para la información que se muestra en la pantalla de Transporte;

- 15 la figura 33 es una captura de la pantalla de Rechazos que muestra información de resumen sobre los recipientes de vidrio que han sido rechazados, incluyendo la razón de su rechazo;

la figura 34 es una captura una pantalla de Resumen de sección para unas de las secciones de la máquina I.S., que muestra una gran cantidad de información relacionada con los recipientes de vidrio producidos por dicha sección;

la figura 35 es una captura de pantalla de la Ayuda para la pantalla de Resumen de sección de la figura 34, que proporciona explicaciones para la información que se muestra en la pantalla de Resumen de sección;

- 20 la figura 36 es una captura de la pantalla de distribución vertical de Variación de la máquina, que muestra información de resumen acerca de la distribución vertical del vidrio, en los recipientes de vidrio producidos por la máquina I.S.;

- 25 la figura 37 es una captura de la pantalla de distribución horizontal de Variación de la máquina, que muestra información de resumen acerca de la distribución horizontal del vidrio, en los recipientes de vidrio producidos por la máquina I.S.;

la figura 38 es una captura de la pantalla de Temperatura de la variación de la máquina que muestra información de resumen acerca de la temperatura del vidrio en los recipientes de vidrio producidos por la máquina I.S.;

la figura 39 es una captura de la pantalla de Inclinación de la variación de la máquina, que muestra información de resumen acerca de la inclinación del vidrio en los recipientes de vidrio producidos por la clave máquina I.S.; y

- 30 la figura 40 es una captura de la pantalla de Estadísticas que muestra información gráfica de resumen, relativa al funcionamiento de la máquina I.S.

Descripción detallada de la realización a modo de ejemplo

- 35 La figura 1 muestra una realización del sistema en el que la máquina 20 de formación de recipientes de vidrio contiene seis secciones independientes S1, S2, ... S6, cada una de las cuales contiene dos estaciones de formación 22 y 24. En un ciclo de producción, la máquina de formación 20 produce doce recipientes de vidrio 30. Se forman al mismo tiempo dos gotas 32 y 34 de vidrio fundido mediante la unidad de alimentación 36 y se cargan en los denominados moldes 22 y 24 de piezas en bruto. Cada sección S1, S2, ... S6 de la máquina de formación 20 de esta realización contiene dos moldes 22 y 24 de piezas en bruto, en los que se forman pre-recipientes o preformas 40 formadas mediante prensado o soplado, en función del tipo de proceso (prensado-soplado o soplado-soplado). Las preformas transformadas mediante soplado al perfil final de los recipientes de vidrio 30. Los mecanismos de la máquina de formación 20 y de la unidad de alimentación 36 están controlados mediante la unidad de control 38 a través de líneas 52 y 54, respectivamente.

- 45 Los recipientes de vidrio 30 son transportados mediante una cinta transportadora 50 a través de una unidad de medición 42 que extrae imágenes de los recipientes de vidrio caliente 30 y envía estas imágenes a una unidad de procesamiento 44 a través de una línea 46. Aunque en esta realización se utiliza una unidad de medición 42, el número de unidades de medición 42 se puede aumentar en función de las circunstancias y de la precisión requerida. No obstante, incluso con una unidad de medición, la precisión obtenida es muy alta.

- 50 La unidad de medición 42, en esta realización una cámara de área, es preferentemente sensible a la radiación infrarroja de onda corta ("SWIR"). Dado que la radiación a longitudes de onda menores que 3,0 micras procedente de recipientes de vidrio es indicativa de la temperatura del vidrio y del grosor del vidrio, se puede obtener una medición más precisa a longitudes de onda menores que 3,0 micras, especialmente cuando se analizan recipientes

de vidrio relativamente gruesos. Por lo tanto, una realización preferida de un sistema analítico acorde con la presente invención consiste en que la unidad de medición sea sensible a longitudes de onda comprendidas entre 0,7 y 3,0 micras. Más específicamente, la unidad de medición utiliza una cámara de infrarrojos de onda corta ("SWIR"), por ejemplo una cámara SWIR de área o de barrido de línea de 512 ó 1024 píxeles. La imagen tomada por la cámara en el recipiente de vidrio caliente 30 mostrado en la figura 2 puede contener, por ejemplo, 512 líneas de imagen, conteniendo, por ejemplo, cada línea de imagen 200 píxeles.

La unidad de procesamiento 44 determina para cada recipiente de vidrio 30 la medición de la radiación total mediante sumar los valores digitales de todos los píxeles en la imagen del recipiente de vidrio. La medición de la radiación total del recipiente de vidrio mostrado en la figura 2 tiene un valor de 553. A continuación, la unidad de procesamiento 44 determina las mediciones de la radiación de línea sumando para cada línea de imagen los valores digitales de la totalidad de los 200 píxeles. Las mediciones de la radiación de línea pertenecientes a la imagen del recipiente de vidrio de la figura 2 se muestran en la figura 3. A continuación, la unidad de procesamiento 44 determina la curva de la relación de las mediciones dividiendo las mediciones de radiación por la medición de la radiación total, tal como se muestra a continuación:

$$I_{tot, s} = \sum I_{x, y, s} \quad (x=1, 2, \dots, 200, y=1, 2, \dots, 512)$$

$$I_{y, s} = \sum I_{x, y, s} \quad (x=1, 2, \dots, 200)$$

$$I_{relación, y, s} = (I_{y, s} / I_{tot, s}) * 100\%$$

Donde:

$I_{tot, s}$ = valor de medición de la radiación total de una imagen del recipiente de vidrio, originada en la estación s;

$I_{x, y, s}$ = valor digital del píxel x, y de la imagen del recipiente de vidrio, originada en la estación s, representando y una línea de imagen que contiene 200 píxeles x, $x=1 \dots 200$, $y=1 \dots 512$, $s=1 \dots 12$;

$I_{y, s}$ = valor de medición de la medición de línea para la línea de imagen (y) de una imagen del recipiente de vidrio, originada en la estación s; y

$I_{relación, y, s}$ = valor de la relación de las mediciones para la línea de imagen y de una imagen del recipiente de vidrio, originada en la estación s.

Los valores de la relación de las mediciones se expresan en porcentajes para mayor claridad. La curva de la relación de las mediciones representada en la figura 4 pertenece al recipiente de vidrio mostrado en la figura 2. El orden en el que se producen estas etapas se puede modificar siempre que se obtengan los mismos resultados. Se puede ver fácilmente que, por ejemplo, una atenuación α de la radiación recibida procedente del recipiente de vidrio 30 provocada por un parámetro ambiental (por ejemplo, humo en el aire) no tiene influencia sobre la curva de la relación de las mediciones:

$$I_{relación, y, s} = (\alpha I_{y, s} / \alpha I_{tot, s}) * 100\% = (I_{y, s} / I_{tot, s}) * 100\%$$

A continuación, la unidad de procesamiento 44 determina una curva de referencia mediante la determinación de los valores medianos de las curvas de la relación de las mediciones a partir de una serie de recipientes de vidrio 30 de la totalidad de las estaciones de formación, o de algunas seleccionadas de las mismas. Esta curva de referencia es única para el tipo de recipientes de vidrio producido.

Los valores de la curva de referencia se obtienen tal como se muestra a continuación:

$$I_{referencia, y} = (\sum_{k=1}^N I_{relación, y, k}) / N$$

Donde:

$I_{referencia, y}$ = valor de la curva de referencia para la línea (y); y

N = número de recipientes de vidrio 30 considerados.

La curva de referencia puede ser almacenada y utilizada posteriormente para reducir el tiempo necesario para comenzar la producción del recipiente de vidrio particular 30 en la misma máquina de formación, o en otra. La curva de referencia perteneciente al tipo de recipiente de vidrio de este ejemplo se muestra en la figura 5. En la figura 6, se muestra la curva de referencia junto con la curva de la relación de las mediciones de la figura 4.

La unidad de procesamiento 44 determina la continuación la curva de diferencias relativas restando la curva de referencia de la curva de la relación de las mediciones, y dividiendo la diferencia por la curva de referencia. Esto se muestra a continuación:

$$\Delta I_{s,y} = ((I_{relación,s} - I_{referencia,y}) / I_{referencia,y}) * 100\%$$

5 Donde:

$\Delta I_{s,y}$ = valor de la diferencia relativa en la línea y de una imagen del recipiente de vidrio originada en la estación s.

La curva de diferencias relativas muestra cuánto y dónde se desvía la curva de la relación de las mediciones de un recipiente de vidrio respecto de la curva de referencia. La unidad de procesamiento 44 puede visualizar en un monitor conectado (no mostrado), para cada estación de formación, la curva de diferencias relativas a efectos de
10 mostrar la calidad de los recipientes de vidrio producidos en la estación de formación. En la figura 7, se muestra la curva de diferencias relativas para el recipiente de vidrio de la figura 2 con la correspondiente curva de la relación de las mediciones mostrada en la figura 4.

En este ejemplo específico, la curva de diferencias relativas de la figura 7 muestra una desviación positiva en la parte superior del recipiente de vidrio y una desviación negativa en la parte inferior del recipiente de vidrio, que indican demasiado vidrio en la parte superior del recipiente de vidrio y demasiado poco vidrio en la parte inferior del
15 recipiente de vidrio. La curva de diferencias relativas será próxima a cero en todos los puntos, para recipientes de vidrio de alta calidad.

A continuación, la unidad de procesamiento 44 compara la curva de diferencias relativas con curvas de tolerancia predeterminadas, y genera una señal de alarma si un valor de diferencia relativo excede el valor de tolerancia correspondiente. Esto se muestra a continuación:

Alarma si

$$\Delta I_{s,y} < I_{T-,y} \text{ o } \Delta I_{s,y} > I_{T+,y}$$

Donde:

$I_{T-,y}$ = valor de tolerancia negativa para la línea y; y

25 $I_{T+,y}$ = valor de tolerancia positiva para la línea y.

La señal de alarma se puede utilizar, por ejemplo, para rechazar recipientes de vidrio que tienen una calidad inaceptable, en la línea 56 de la figura 1. En la figura 7, los valores de tolerancia negativa están configurados en -30% y los valores de tolerancia positiva están configurados en +30%. En la figura 7 se genera una señal de alarma debido a que los valores de diferencia relativa para las líneas 300 hasta 380 exceden los valores de tolerancia
30 positiva.

Para regular automáticamente el proceso de formación, la unidad de procesamiento 44 puede enviar la curva de diferencias relativas procedente de cada estación de formación a la unidad de control 38 sobre la línea 48. La unidad de control 38 ajusta los parámetros de proceso adecuados hasta que la curva de diferencias relativas para cada estación de formación es próxima a cero. Esto se puede realizar sin la necesidad de tener un operario que
35 monitoree continuamente el proceso.

La unidad de procesamiento 44 está sincronizada con la máquina de formación 20 y con la cinta transportadora 50, de tal modo que la unidad de procesamiento 44 sabe en qué estación de formación se ha originado cada recipiente de vidrio 30.

Haciendo referencia a continuación a la figura 8, se muestran de manera esquemática los componentes principales en el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención. Una máquina I.S. 60 tiene un transportador 62 que se extiende desde la misma, en el que se transporta un flujo de recipientes de vidrio caliente 64 alejándose de la máquina I.S. 60. Dos módulos de cámara 66 y 68 están situados en posiciones para monitorizar los recipientes de vidrio caliente 64 a medida que estos pasan por los dos módulos de cámara 66 y 68 sobre el transportador 62. En una realización preferida, los módulos de cámara 66 y 68 incluyen cada uno un
40 dispositivo de adquisición de imágenes SWIR que barre una línea vertical, que utilizarán para obtener imágenes de los recipientes de vidrio caliente 64 a medida que pasan en el transportador 62. A medida que pasan los recipientes de vidrio caliente 64, serán barridas múltiples líneas verticales que juntas formarán imágenes electrónicas de los recipientes de vidrio caliente 64.

El primer módulo de cámara 66 está situado con un eje ortogonal al eje longitudinal del transportador 62 sobre el que viajan los recipientes de vidrio caliente 64 después de salir de la máquina I.S. 60, estando orientado el transportador 62 hacia el lateral de los recipientes de vidrio caliente 64 que pasan sobre el transportador 62. El segundo módulo de cámara 68 está situado con un eje en un ángulo predefinido con respecto al eje longitudinal del transportador 62, estando orientado asimismo el transportador 62 hacia el lateral de los recipientes de vidrio caliente 64 que pasan sobre el transportador 62. Los módulos de cámara 66 y 68 están situados preferentemente de tal modo que sus ejes respectivos se cruzan en un punto en el centro del eje lateral del transportador 62, que está en el eje longitudinal del transportador 62 (sino están situados de este modo, se puede realizar la compensación matemática adecuada). Cabe señalar que en lugar de utilizarse los dos módulos de cámara 66 y 68, se puede utilizar un único módulo de cámara 66 situado tal como lo está en la figura 8, o bien se pueden utilizar por más de dos módulos de cámara 66 y 68, si bien se pueden conseguir mejores resultados generales mediante la utilización de más de un solo módulo de cámara 66.

Los módulos de cámara 66 y 68, que son los primeros componentes principales del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención, están conectados a una unidad de control 70 que se utiliza para hacer funcionar el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención, la cual el segundo de los componentes principales del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención. El módulo de cámara 66 está conectado a la unidad de control 70 a través de una conexión 72, y el módulo de cámara 68 está conectado a la unidad de control 70 a través de una conexión 74. Las conexiones 72 y 74 pueden ser conexiones de red, tales como conexiones de red TCP/IP.

Un módulo 76 de la interfaz del usuario, que es el tercer componente principal del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención, está conectado a la unidad de control 70 mediante una conexión 78, que puede ser una conexión de red, tal como una conexión de red TCP/IP. El módulo 76 de la interfaz de usuario se puede utilizar para presentar información generada por el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente, así como para configurar el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente. Además, la información generada por el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente y visualizada en el módulo 76 de la interfaz de usuario se puede utilizar para estimar la calidad de los recipientes de vidrio caliente 64 fabricados mediante la máquina I.S. 60, así como para controlar el funcionamiento de la máquina I.S. 60 a efectos de mejorar la calidad de los recipientes de vidrio caliente 64 fabricados por la máquina I.S. 60.

Basándose en la información generada por el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención, los recipientes de vidrio caliente 64 que se determinan como de calidad inaceptable mediante el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente son rechazados y extraídos del flujo de recipientes de vidrio caliente 64 en el transportador 62. Un mecanismo 80 de rechazo de recipientes de vidrio que lleva a cabo esta función, es manejado por la unidad de control 70 a través de una conexión 82, que puede ser una simple señal de accionamiento tal como un impulso de veinticuatro voltios.

El sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención recibe impulsos de temporización mediante una unidad 84 de control de la máquina I.S., a través de una conexión 86. Estos impulsos de temporización son utilizados por el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente para definir en qué sección y en qué moldes se origina a cada uno de los recipientes de vidrio caliente 64 que están sobre el transportador 62. De este modo, el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención puede visualizar esta información para un operario que accede al módulo 76 de interfaz de usuario. Se contempla asimismo que la información generada por el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención se puede utilizar para controlar automáticamente la máquina I.S. 60 a través de la unidad 84 de control de la máquina I.S., mediante la conexión 86.

Cabe señalar que la unidad de control 70 del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención se representa con otra conexión 88, cuyo extremo distal no se muestra estando conectado en la figura 8. Esta conexión 88, que puede ser asimismo una conexión de red tal como una conexión de red TCP/IP, se puede utilizar para conectar unidades adicionales de control remoto (no mostradas en la figura 8) que pueden estar situadas, por ejemplo, en una sala de control en la planta de fabricación de recipientes de vidrio en la que está situada la máquina I.S. 60, en un despacho de un ingeniero en dicha planta de fabricación o en otro emplazamiento remoto, y/o en otro emplazamiento remoto tal como, por ejemplo, las instalaciones del proveedor del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente, para monitorizar y solucionar remotamente problemas del sistema en los emplazamientos de los clientes.

Haciendo referencia a continuación a la figura 9, se muestran las conexiones operativas de los elementos esenciales del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente a modo de ejemplo, de tal modo que muestran el flujo de datos entre uno o varios módulos de cámara, un módulo de servidor y uno o varios módulos de interfaz de usuario. Estos tres elementos están conectados en red entre sí, habitualmente mediante conexiones de red TCP/IP, que pueden ser locales o remotas, o una combinación de locales y remotas. A alto nivel, los tres componentes esenciales del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente a modo de ejemplo, a los que se ha hecho referencia en la figura 8 (los módulos de cámara, la unidad de control y el módulo de interfaz de usuario) se presentan de manera ampliada mostrando la implementación de tres módulos ejecutables de soporte lógico, a saber un módulo 100 de soporte lógico de la cámara, un módulo 102 de soporte lógico del servidor y un módulo 104 de

soporte lógico de la interfaz de usuario. Estos tres ejecutables pueden residir en ordenadores independientes o, alternativamente, en el mismo ordenador. Alternativamente, los tres módulos ejecutables de soporte lógico se pueden combinar parcialmente o totalmente en un único módulo ejecutable.

En la implementación de la figura 9, se muestran tres módulos de cámara 106, 108 y 110, de los que se comprenderá que el primer módulo de cámara 106 es el que está montado ortogonalmente al transportador (y que corresponde al módulo de cámara 66 de la figura 8). Por lo tanto, el primer módulo de cámara 106 se utiliza para obtener las primeras imágenes 112, el segundo módulo de cámara 108 se utiliza para obtener las segundas imágenes 114 y el tercer módulo de cámara 110 se utiliza para obtener las terceras imágenes 116 (la totalidad de las cuales se obtienen desde ángulos diferentes con respecto a los recipientes de vidrio caliente). Es perfectamente posible que el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención contemple entradas procedentes de, por lo menos, cuatro módulos de cámara, si se desea.

Los módulos de cámara 106, 108 y 110 realizan cálculos sobre las imágenes 112, 114 y 116 detectadas respectivamente mediante una cámara de infrarrojos contenida en cada uno de los módulos de cámara 106, 108 y 110, y funcionan en un modo de barrido de líneas verticales a medida que los recipientes de vidrio pasan por la posición de la cámara de infrarrojos, sobre el transportador. Los módulos de cámara 106, 108 y 110 realizan cálculos sobre las imágenes 112, 114 y 116 de los recipientes de vidrio, respectivamente, y cada uno de ellos genera un informe de la imagen del recipiente de vidrio para cada imagen del recipiente de vidrio. Los informes de las imágenes del recipiente de vidrio procedentes del segundo módulo de cámara 108 y del tercer módulo de cámara 110 (si estos se utilizan) se proporcionan al primer módulo de cámara 106, que es el módulo de cámara principal, el cual unifica los informes de las imágenes del recipiente de vidrio procedentes de los módulos de cámara 106, 108 y 110 para cada recipiente de vidrio.

El informe unificado de las imágenes del recipiente de vidrio se envía desde el primer módulo de cámara 106 a un módulo de servidor 118, que contiene la memoria 120. La memoria 120 del módulo de servidor 118 es, preferentemente, suficiente como mínimo para almacenar la totalidad de los informes de recipientes de vidrio para todos los recipientes de vidrio monitorizados durante la última hora mediante el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención. Las imágenes 112, 114 y 116 procedentes de los tres módulos de cámara 106, 108 y 110, respectivamente, son enviadas desde los tres módulos de cámara 106, 108 y 110, respectivamente, al servidor 118 (y estas imágenes 112, 114 y 116 pasan desde los módulos de cámara 106, 108 y 110, respectivamente, a través del servidor 118, a cualquiera de cuatro módulos 122, 124, 126 y 128 de interfaz de usuario, si el usuario de estos módulos 122, 124, 126 y 128 desea verlos). De lo contrario, las imágenes 112, 114 y 116 no son enviadas desde los módulos de cámara 106, 108 y 110, respectivamente. El propio servidor 118 envía configuraciones de las cámaras a cada uno de los tres módulos de cámara 106, 108 y 110 para controlar el funcionamiento de los tres módulos de cámara 106, 108 y 110.

Los módulos 122, 124, 126 y 128 de interfaz de usuario se utilizan para acceder al sistema y visualizar pantallas que presentan una amplia gama de información relativa al funcionamiento del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente, que incluye imágenes en directo, informes y asimismo pantallas que permiten introducir configuraciones en el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente. Cada uno de estos módulos 122, 124, 126 y 128 de interfaz de usuario es idéntico o esencialmente idéntico, siendo emplazamientos habituales para los módulos de usuario 122, 124, 126 y 128 la planta de la fábrica, una sala de control en la planta, un despacho de un ingeniero en la planta, y emplazamientos remotos tales como las instalaciones del proveedor del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente, para monitorizar y resolver remotamente problemas en el emplazamiento de un cliente. Los módulos 122, 124, 126 y 128 de interfaz de usuario incluyen habitualmente una pantalla interactiva, tal como una pantalla táctil, o una interfaz de ratón o de panel táctil junto con una pantalla de visualización.

El módulo de servidor 118 maneja asimismo cinco bases de datos diferentes. La primera de estas bases de datos es una base de datos 130 de imágenes de recipientes de vidrio rechazados, que en la realización preferida se utiliza para contener imágenes de, por lo menos, los 50 000 recipientes de vidrio más recientes que han sido rechazados. El módulo de servidor 118 calcula promedios periódicos para cada cavidad de la máquina I.S. que fabrica los recipientes de vidrio que están siendo analizados. Estos promedios periódicos se pueden calcular de manera tan frecuente como una vez por minuto y de manera tan infrecuente como una vez cada 24 horas, siendo el periodo preferido una vez cada cinco minutos. Estos promedios periódicos para cada cavidad se almacenan en una segunda base de datos, a saber la base de datos 132 para datos de los recipientes de vidrio. La base de datos 130 de imágenes de recipientes de vidrio rechazados y la base de datos 132 para datos de recipientes de vidrio pueden incluir datos de identificación temporal (la base de datos 130 de imágenes de recipientes de vidrio rechazados incluye la imagen del recipiente de vidrio rechazado, el tiempo asociado con cada recipiente de vidrio rechazado y la razón por la que fue rechazado dicho recipiente de vidrio).

Una tercera base de datos, a saber una base de datos 134 de configuraciones de parámetros, se utiliza para almacenar la totalidad de los parámetros para un recipiente de vidrio particular, incluyendo configuraciones de las cámaras, configuraciones del sistema y límites para algunos parámetros. Una cuarta base de datos es una base de datos 136 de configuraciones de usuario, que se utiliza para controlar interfaces de usuario a través de los módulos 122, 124, 126 y 128 de interfaz de usuario. La base de datos 136 de configuraciones de usuario puede almacenar

configuraciones preferidas por cada usuario para contraseñas de usuario, derechos de usuario asociados con cada usuario y lenguaje utilizado por cada usuario. Una quinta base de datos es una base de datos 138 de lenguajes, que contiene datos necesarios para hacer funcionar las interfaces de usuario 122, 124, 126 y 128 en cada uno de una serie de lenguajes utilizables con el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente.

5 Haciendo referencia a continuación a la figura 10, se muestra el funcionamiento de cualquiera de los módulos de cámara mostrados en la figura 9, en un nivel muy alto. Se obtiene la imagen de un recipiente de vidrio 140 mediante una cámara de infrarrojos 142, que produce imágenes 144 de la cámara que se proporcionan a un ordenador 146 de la cámara. Tal como se implementa en la realización preferida, la cámara de infrarrojos 142 no utiliza una lente telecéntrica, que tendría que haber sido tan grande como el mayor recipiente de vidrio a observar mediante la
10 cámara de infrarrojos 142 (dado que las lentes telecéntricas recogen rayos en paralelo, a diferencia del modo en que lo hacen las lentes no telecéntricas). Por lo tanto, se apreciará que la distancia de la cámara de infrarrojos 142 desde los recipiente de vidrio es muy importante para que el sistema funcione adecuadamente.

El ordenador 146 de la cámara extrae la imagen de cada recipiente de vidrio 140 e introduce asimismo un informe de imagen del recipiente de vidrio para cada recipiente de vidrio 140. Los impulsos 148 de máquina I.S. se proporcionan al ordenador 146 de la cámara, que es capaz de determinar para cada imagen de un recipiente de vidrio 140, en qué sección y molde fue fabricado el recipiente de vidrio que aquélla representa. El ordenador 146 de la cámara envía el informe de la imagen del recipiente de vidrio para cada imagen 140 del recipiente de vidrio junto con las imágenes extraídas del mismo, como señales de salida 150 al módulo de servidor 118 (mostrado en la figura 9). Alternativamente, si el módulo de cámara es un módulo de cámara auxiliar y no el módulo de cámara principal,
15 enviará el informe de la imagen del recipiente de vidrio para cada recipiente de vidrio 140 al módulo de cámara principal, para su unificación en un informe combinado de la imagen del recipiente de vidrio.

La cámara de infrarrojos 142 proporciona asimismo un impulso de rechazo 152 para cada imagen 140 del recipiente de vidrio cuya calidad determina como inaceptable. Este impulso de rechazo 152 se envía al mecanismo 80 de rechazo de recipientes de vidrio (mostrado en la figura 8) para rechazar cada recipiente de vidrio de calidad inaceptable. Si el módulo de cámara es el módulo de cámara principal, recibirá uno o varios informes de la imagen del recipiente de vidrio, procedentes de uno o varios módulos de cámara auxiliares 154 para cada imagen de un recipiente de vidrio 140, que unificará en un informe combinado de la imagen del recipiente de vidrio que envía al módulo de servidor 118.
25

Haciendo referencia a continuación a la figura 11, se muestra el funcionamiento del primer módulo de cámara 106 de la figura 9, a un nivel mucho más detallado. Las primeras imágenes 112 se obtienen mediante una primera cámara de infrarrojos 160 y se proporcionan a un módulo 162 de adquisición de imágenes que recibe las imágenes del flujo de recipientes de vidrio caliente 64 del transportador 62 (ambos mostrados en la figura 8) y envía estas imágenes continuas a un módulo 164 de procesamiento de imágenes para su análisis posterior. Cada imagen tendrá una resolución de una serie de líneas horizontales y una serie de líneas verticales, que se determina mediante la
30 resolución vertical de la primera cámara de infrarrojos 160 y la frecuencia de barrido (el número de barridos tomados cuando los recipientes de vidrio se desplazan a lo largo del transportador 62 (mostrado asimismo en la figura 8)). En una realización preferida, las resolución es de 1024 líneas horizontales y 1024 líneas verticales.

Los impulsos 148 de la máquina I.S. procedentes de la unidad de control 84 de máquina I.S. de la máquina I.S. 60 (ambas mostradas en la figura 8) se envían a un módulo de sincronización 166 del primer módulo de cámara 106, en el que se utilizan para temporizar el ciclo del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente. Hay un impulso 148 de máquina I.S. por cada ciclo de máquina I.S. completo (que incluye la fabricación de un recipiente de vidrio caliente 64 desde cada una de las cavidades de cada una de las secciones de la máquina I.S. 60). Este impulso 148 de máquina I.S. se utiliza para establecer dónde están en el transportador 62 los recipientes de vidrio caliente 64 procedentes de cada una de las secciones y de cada una de las cavidades de cada sección. El módulo de sincronización 166 utiliza estos datos para identificar en cuál de las secciones y en cuál de las cavidades de cada una de las secciones ha sido moldeado cada recipiente de vidrio caliente 64. Esta información es proporcionada a continuación por el módulo de sincronización 166 al módulo 164 de procesamiento de imágenes.
40

El módulo 164 de procesamiento de imágenes lleva a cabo una serie de análisis sobre las imágenes de los recipientes 64 de vidrio caliente, que se describirán después de que la construcción operacional del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente se halla descrito totalmente en el presente documento. El módulo 164 de procesamiento de imágenes proporciona informes combinados de recipientes de vidrio e imágenes obtenidas de la primera cámara de infrarrojos 160, a un módulo de comunicaciones 168 que transmite esta información al módulo de servidor 118. Los informes de recipientes de vidrio procedentes del segundo módulo de cámara 108 y del tercer módulo de cámara 110 se proporcionan al módulo de comunicaciones 168, que los transmite al módulo 164 de procesamiento de imágenes sobre un bus de datos para su combinación con el informe de recipientes de vidrio generado en el módulo 164 de procesamiento de imágenes para las imágenes procedentes de la primera cámara de infrarrojos 160.
50

Las imágenes procedentes del segundo módulo de cámara 108 y del tercer módulo de cámara 110 se proporcionan al módulo de servidor 118. El módulo 164 de procesamiento de imágenes provoca que un generador 170 de

impulsos de rechazos genere el impulso de rechazo 152 utilizado para rechazar cualesquiera recipientes 64 de vidrio caliente de calidad inferior a la aceptable.

Haciendo referencia a continuación a la figura 12, se muestran los detalles funcionales del módulo 164 de procesamiento de imágenes del primer módulo de cámara 106 (mostrado en la figura 11) La entrada de barrido de línea procedente de la primera cámara se proporciona mediante el módulo 162 de adquisición de imágenes a un módulo 180 de extracción de imágenes que extraerá imágenes individuales de cada recipiente 64 de vidrio caliente. Haciendo referencia a la figura 13 además de a la figura 12, se muestra una "tira de filminas" digital de imágenes 182. El módulo 180 extracción de imágenes sirve para obtener un cuadro de cada recipiente de vidrio caliente, tal como el cuadro individual 184 de la imagen del recipiente de vidrio caliente, en el que está situada la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente individual, utilizando detección de bordes para determinar las posiciones de cambios grandes de intensidad. Se apreciará que la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente individual, mostrada en la figura 14, consiste en un número seleccionado de líneas horizontales y un número seleccionado de líneas verticales que están determinadas respectivamente por la resolución vertical de la primera cámara de infrarrojos 160 y la frecuencia de barrido.

Una vez que ha sido extraída la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente individual mediante el módulo 180 de extracción de imágenes, ésta puede ser analizada por los restantes módulos funcionales del módulo 164 de procesamiento de imágenes. En un módulo 188 de detección de artículos pegados/artículos volcados, se analiza la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente individual para determinar si es un "artículo pegado", en el que dos recipientes 64 de vidrio caliente, aún plásticos, entran en contacto entre ellos y se pegan entre ellos tal como se muestra mediante el artículo pegado 190 mostrado en la figura 15. Dicho artículo pegado 190 tiene que ser rechazado necesariamente. El artículo pegado 190 se detecta utilizando el contorno de cada imagen 186 del recipiente de vidrio caliente, que se ha obtenido utilizando detección de bordes tal como se ha mencionado anteriormente. Una vez que se ha determinado el contorno de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente, se puede detectar un artículo pegado 190 mediante la determinación de la anchura de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente, habitualmente en una posición en el cuerpo del recipiente 64 de vidrio caliente (que, habitualmente, es la parte más ancha del recipiente 64 de vidrio caliente). Si la anchura es sustancialmente mayor de lo que debería (incluso próxima al doble de la anchura esperada), se puede realizar una determinación de artículo pegado y el recipiente 64 de vidrio caliente puede ser rechazado.

Una situación similar es la de un "artículo volcado", en la que un recipiente 64 de vidrio caliente se ha caído, tal como se muestra mediante el artículo volcado 192 mostrado en la figura 16. Estas condiciones se identifican asimismo mediante las dimensiones de las imágenes en la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. La existencia de un artículo pegado 190 o de un artículo volcado 192 se comunica a un módulo de combinación 194 que se utiliza para combinar la totalidad de la información de los informes de recipientes de vidrio. Adicionalmente, si no se detecta ningún recipiente 64 de vidrio caliente, se determina una condición de "perdido" y se comunica al módulo de combinación 194.

El siguiente módulo funcional en el módulo 164 de procesamiento de imágenes es un módulo 196 de localización de productos, en el que se determina la localización de los recipientes 64 de vidrio caliente en el transportador 62 en siete localizaciones longitudinales consecutivas 198, 200, 202, 204, 206, 208 y 210 en el transportador 62 (mostradas en la figura 17). Cada recipiente de vidrio tiene una localización longitudinal ideal y una localización lateral ideal sobre el transportador 62. La localización lateral ideal en el transportador 62 está a lo largo de una línea que se extiende lateralmente sobre el transportador (puede o no estar en el eje longitudinal del transportador 62, dependiendo del tamaño del recipiente de vidrio que se esté fabricando), una localización que se define como $Y=0$, y la posición longitudinal ideal sobre el transportador 62 está relacionada con el impulso de la máquina I.S. y, para cada recipiente 64 de vidrio caliente, es la localización longitudinal deseada sobre el transportador 62 que se define como $X=0$.

El desplazamiento longitudinal de cada recipiente 64 de vidrio caliente se determina mediante solamente la imagen procedente de la primera cámara de infrarrojos 160 (mostrada en la figura 11) en el primer módulo de cámara 106 (mostrado en la figura 9), y el desplazamiento lateral de cada recipiente 64 de vidrio caliente se determina mediante la imagen procedente del primer módulo de cámara 106 y por lo menos una imagen adicional, por ejemplo, la imagen procedente del segundo módulo de cámara 108 (mostrado asimismo en la figura 9). Los desplazamientos lateral y longitudinal se utilizan para modificar la temporización de los empujadores que desplazan los recipientes 64 de vidrio caliente desde las placas de enfriamiento de la sección individual adyacentes al transportador 62, sobre el transportador 62. La temporización del funcionamiento de los empujadores controla el desplazamiento longitudinal de los recipientes 64 de vidrio caliente sobre el transportador 62 y la rotación angular de los brazos del empujador mecánico controla el desplazamiento lateral de los recipientes 64 de vidrio caliente sobre el transportador 62.

El recipiente 64 de vidrio caliente en la posición longitudinal 198 es el único de los siete recipientes 64 de vidrio caliente que está en la posición correcta, centrada longitudinal y lateralmente en la posición longitudinal 198 ($X=0$, $Y=0$). El recipiente 64 de vidrio caliente en la localización longitudinal 200 está adelantado respecto de donde debería estar ($X=+2$, $Y=0$), el recipiente 64 de vidrio caliente en la posición longitudinal 202 está por detrás de la posición en la que debería ($X=-2$, $Y=0$), el recipiente 64 de vidrio caliente en la posición longitudinal 204 está delante del eje longitudinal en el que debería estar ($X=0$, $Y=+2$), el recipiente 64 de vidrio caliente en la posición longitudinal

206 está por detrás del eje longitudinal en el que debería estar ($X=0$, $Y=-2$), el recipiente 64 de vidrio caliente en la posición longitudinal 208 está adelantado respecto de donde debería y delante del eje longitudinal en el que debería estar ($X=+2$, $Y=+2$), y el recipiente 64 de vidrio caliente en la posición longitudinal 210 está por detrás de donde debería y por detrás del eje longitudinal en el que debería estar ($X=-2$, $Y=-2$). Las posiciones lateral y longitudinal de cada uno de los recipientes 64 de vidrio caliente se comunican al módulo de combinación 194.

A continuación, el proceso pasa a un módulo 212 de determinación de contornos, en el que se determina el contorno de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente individual (mostrada en la figura 14). El contorno de cada imagen 186 del recipiente de vidrio caliente se determina utilizando detección de bordes para determinar las posiciones de cambios grandes de intensidad. La posición de dichos cambios grandes de intensidad define el contorno del recipiente 64 de vidrio caliente. El contorno detectado 214 para la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente individual se muestra en la figura 18. El contorno del recipiente 64 de vidrio caliente se comunica al módulo de combinación 194.

A continuación, el proceso pasa a un módulo 216 determinación del centro, en el que se obtiene el centro de cada recipiente 64 de vidrio caliente mediante ajustar una línea al centro del contorno de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. Esto se puede llevar a cabo encontrando el punto medio de las partes de cada una de las líneas horizontales que comienzan y finalizan en los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. Mediante la determinación del promedio de estos puntos medios, se puede determinar una línea vertical de ajuste óptimo, que define el centro 218 de cada recipiente 64 de vidrio caliente. Alternativamente, en lugar de utilizar el promedio de estos puntos medios, se puede utilizar el punto medio mediano de la totalidad de las líneas horizontales que comienzan y terminan en los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. En cualquier caso, el centro 218 de cada recipiente 64 de vidrio caliente se comunica al módulo 194 de combinación.

El proceso pasa a continuación a un módulo 220 de determinación de la inclinación, en el que se utiliza detección de bordes para determinar los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente, y para encontrar el punto medio de cada una de las líneas horizontales que comienzan y terminan en los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. Haciendo referencia a continuación a la figura 20, se muestra un "recipiente torcido" 222. La imagen del "recipiente torcido" 222 se divide a continuación en mitades superior e inferior, y se utiliza un algoritmo de ajuste óptimo para ajustar una línea 224 a través de la mitad superior y una línea 226 a través de la mitad inferior del "recipiente torcido" 222. A continuación, se calcula la inclinación para cada una de la mitad superior 224 y de la mitad inferior 226 del "recipiente torcido" 222, y se calcula la inclinación para todo el "recipiente torcido" 222. Utilizando estos resultados, se puede determinar si un recipiente 64 de vidrio caliente tiene un cuello doblado, una base torcida, o una base torcida con cuello doblado. La inclinación de la mitad superior 224 y la inclinación de la mitad inferior 226 de cada recipiente 64 de vidrio caliente se comunican al módulo de combinación 194.

Haciendo referencia brevemente a la figura 21, alternativamente, se puede calcular solamente una inclinación para un "recipiente torcido" 228. De nuevo, se utiliza detección de bordes para determinar los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente, y para hallar el punto medio de cada una de las líneas horizontales que comienzan y terminan en los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. La inclinación total 230 se calcula de ese modo para el "recipiente torcido" 228, y se comunica al módulo de combinación 194.

De nuevo haciendo referencia solamente a la figura 12, el proceso pasa a continuación a un módulo 232 de determinación de la distribución horizontal, en el que se determina la distribución horizontal del vidrio de los recipientes 64 de vidrio caliente. La distribución horizontal utiliza la intensidad de las líneas de barrido horizontales en cada imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. Una vez más, se utiliza detección de bordes para determinar los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente, y se utilizan solamente las partes de las líneas horizontales que están entre los bordes de la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente.

El centro de cada línea horizontal en la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente se determina teniendo sumas equivalentes de valores digitales de píxeles en cada lado de la misma. Cada píxel en cada línea de barrido horizontal tiene un valor digital, y el centro de la distribución horizontal es el píxel que tiene un cómputo digital total (la suma de los valores digitales de cada uno de los píxeles) aproximadamente equivalente a ambos lados del centro. Esto se puede considerar como la posición de la mediana en cada una de las líneas de barrido horizontales, y no tiene nada que ver con un promedio. Se calcula el desplazamiento del centro respecto del punto medio de cada línea horizontal. A continuación, estos desplazamientos para cada línea horizontal se dividen por la anchura del recipiente de vidrio en dicha línea horizontal (el número de píxeles en dicha línea horizontal). A continuación, la distribución horizontal se puede presentar gráficamente para toda la altura del recipiente de vidrio (esto se mostrará haciendo referencia a una captura de pantalla más adelante). La información de la distribución horizontal se comunica al módulo de combinación 194.

El proceso pasa a continuación al módulo 234 de determinación de la distribución vertical, en el que se determina la distribución vertical del vidrio en los recipientes 64 de vidrio caliente. (Esto es lo que se determina como la curva de la relación de las mediciones normalizada de la figura 4.) La determinación de la distribución vertical comienza con una determinación de la medición del valor digital lineal para cada línea de barrido horizontal en cada imagen 186 del recipiente de vidrio caliente. Para cada línea de barrido horizontal en la imagen 186 del recipiente de vidrio

caliente individual, esto es la suma de los valores digitales de cada uno de los píxeles en la línea de barrido horizontal.

Se determina asimismo la medición total de los valores digitales, que es la suma de los valores digitales de la totalidad de los píxeles de todas las líneas de barrido horizontales en el recipiente de vidrio. Para cada línea de barrido horizontal, la medición del valor digital de la línea se divide por la medición total de los valores digitales, a efectos de normalizar la determinación de la distribución vertical para proporcionar un valor de relación de mediciones para cada línea de barrido horizontal. Esto elimina como factores la distancia desde los moldes y la desigual refrigeración resultante entre los recipientes 64 de vidrio caliente. Por lo tanto, los valores de la relación de mediciones para cada línea de barrido horizontal ya no son intensidades sino números adimensionales. Representando estos valores de relaciones de medición en el eje X frente a la posición vertical en cada uno de los recipientes 64 de vidrio caliente en el eje Y, se puede indicar la distribución vertical del vidrio en cada uno de los recipientes 64 de vidrio caliente. La información de la distribución vertical se comunica al módulo de combinación 194.

El proceso pasa a continuación a un módulo 236 de determinación del diámetro, en el que se obtiene información relativa al diámetro de los recipientes 64 de vidrio caliente. La información del diámetro se puede determinar como el diámetro de una línea seleccionada o como el diámetro de una zona seleccionada, cada una de las cuales tiene como resultado un número de diámetro único, o como una curva de diámetro para todo el recipiente de vidrio. La posición de la línea o la posición de la zona es programable en el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención. Asimismo, se pueden utilizar múltiples posiciones de línea o posiciones de zonas para comprobar el diámetro en una serie de alturas diferentes en el recipiente de vidrio.

Para una zona de múltiples líneas (que pueden ser, por ejemplo, 20 líneas), se utiliza preferentemente el valor del diámetro mediano en la zona de múltiples líneas, aunque si se desea se puede utilizar un promedio en su lugar. Si se va a obtener una curva del diámetro, se calcula el diámetro para cada línea de barrido horizontal en la imagen 186 del recipiente de vidrio caliente individual, y dicha curva de diámetro se puede visualizar como una curva (que representa los valores de diámetro calculados para cada línea de barrido horizontal en el eje de X frente a la posición vertical sobre cada uno de los recipientes 64 de vidrio caliente en el eje Y). La información del diámetro se comunica asimismo al módulo de combinación 194.

Haciendo referencia a continuación a la figura 22, se muestra el flujo de los datos formateados utilizados para generar un informe combinado. La imagen procedente de una primera imagen 240 de cámara se proporciona a un módulo 242 de extracción de imágenes, que extrae imágenes de los recipientes 64 de vidrio caliente. Las imágenes se proporcionan a un módulo 244 de artículos pegados/artículos volcados que identificará artículos pegados y/o artículos volcados basándose en características de la anchura (y, en el caso de artículos volcados, características de altura) de la imagen. Las imágenes se proporcionan asimismo a un módulo 246 de posiciones de productos, que define la posición de los recipientes 64 de vidrio caliente sobre el transportador 62 (mostrado en la figura 8). Se apreciará que el módulo 246 de posiciones de los productos puede tener asimismo imágenes obtenidas de otra cámara a efectos de proporcionar información del desplazamiento longitudinal y lateral relativa a los recipientes 64 de vidrio caliente sobre el transportador 62. Los datos de imagen formateados relativos a la posición de los productos se suministran desde el módulo 246 de posiciones de productos a un bus 248 de datos de imagen formateados.

La información de imagen procedente del módulo 246 de posición de productos se proporciona asimismo a un módulo 250 de detección de contornos, que utiliza detección de bordes para identificar el contorno de los recipientes de vidrio. Estos datos se proporcionan a un módulo 252 de determinación del eje longitudinal, que determina el eje longitudinal de ajuste óptimo del contorno de los recipientes de vidrio y proporciona datos de imagen formateados de los mismos al bus 248 de datos de imagen formateados. Un módulo 254 de determinación de la inclinación determina la inclinación del contorno de los recipientes de vidrio y proporciona datos de imagen formateados de los mismos al bus 248 de datos de imagen formateados.

Un módulo 256 de determinación de la distribución horizontal determina la distribución horizontal del contorno de los recipientes de vidrio y proporciona datos de imagen formateados de los mismos al bus 248 de datos de imagen formateados. Un módulo 258 de determinación de la distribución vertical determina la distribución vertical del contorno de los recipientes de vidrio y proporciona datos de imagen formateados de los mismos al bus 248 de datos de imagen formateados. Un módulo 260 de determinación del diámetro determina el diámetro del contorno de los recipientes de vidrio y proporciona datos de imagen formateados de los mismos al bus 248 de datos de imagen formateados. Los datos de imagen formateados procedentes del bus 248 de datos de imagen formateados son utilizados junto con los datos de imagen formateados procedentes de informes de otros módulos de cámara 262, para generar datos de informe combinados 264.

Haciendo referencia a continuación a la figura 23, se muestra la combinación de datos de informes e imágenes de una serie de módulos de cámara, como entradas al módulo de combinación 194 (figura 12) a efectos de producir como salidas el informe combinado y las imágenes. Se comprenderá que las imágenes fluyen esencialmente a través del módulo de combinación 194, aunque se pueden marcar para su visualización en módulos de interfaz de usuario (no mostrados en este caso). Las imágenes procedentes de tres cámaras y los datos de informes

procedentes de tres módulos de cámara se proporcionan como entradas a un módulo 270 de combinación de informes, que proporciona las imágenes a un módulo 272 de combinación de datos e imágenes.

Los datos de informes se proporcionan a un módulo 274 de compensación de las posiciones de las cámaras, que tiene asimismo como entrada información que define las posiciones relativas de las cámaras. El módulo 274 de compensación de las posiciones de las cámaras proporciona su salida a seis módulos que llevan a cabo cálculos finales basándose en la información contenida en los tres informes de las cámaras. Un módulo 276 de cálculo de la posición X, Y utiliza la información obtenida de múltiples informes para determinar el desplazamiento longitudinal y lateral de cada recipiente 64 de vidrio caliente sobre el transportador 62, y proporciona esta información al módulo 272 de combinación de datos e imágenes. Un módulo 278 de cálculo de la inclinación total utiliza la información obtenida de múltiples informes para determinar la inclinación total de cada recipiente 64 de vidrio caliente, y proporciona esta información al módulo 272 de combinación de datos e imágenes.

Un módulo 280 de determinación de la distribución horizontal utiliza la información obtenida de múltiples informes para determinar la distribución horizontal de cada recipiente 64 de vidrio caliente, y proporciona esta información al módulo 272 de combinación de datos e imágenes. Un módulo 282 de cálculo de la distribución vertical utiliza la información obtenida de múltiples informes para determinar la distribución vertical de cada recipiente 64 de vidrio caliente, y proporciona esta información al módulo 272 de combinación de datos e imágenes. Un módulo 284 de cálculo del diámetro utiliza la información obtenida de múltiples informes para determinar el diámetro de cada recipiente 64 de vidrio caliente, y proporciona esta información al módulo 272 de combinación de datos e imágenes. Un módulo 286 de cálculo de temperaturas utiliza la información obtenida de múltiples informes para determinar la temperatura de cada recipiente 64 de vidrio caliente, y proporciona esta información al módulo 272 de combinación de datos e imágenes.

Haciendo referencia a la figura 24, se describen las maneras mediante las que se realizan los cálculos identificados en la figura 23. La imagen y los datos 290 de la primera cámara, la imagen y los datos 292 de la segunda cámara y la imagen y los datos 294 de la tercera cámara se combinan para producir datos de informe combinados 296 que se cruzan con datos 298 del ángulo de la posición de la cámara y del tiempo para producir datos de objeto combinados que se proporcionan a un bus 300 de datos de objeto combinados. Sin embargo, en la siguiente discusión de la figura 24 se asume que se utilizan dos cámaras, y la tercera (mostrada en líneas de puntos) es opcional y no se utiliza los para los propósitos de esta discusión. Un módulo 302 de determinación de la posición X, Y utiliza el desplazamiento longitudinal y lateral de cada recipiente 64 de vidrio caliente sobre el transportador 62, y produce datos de objeto combinados que se proporcionan a un bus 300 de datos de objeto combinados.

Un módulo 304 de determinación de la inclinación total utiliza los cálculos de inclinación realizados para la imagen del recipiente de vidrio caliente para cada una de las imágenes procedentes de las dos cámaras de video. Se determina la inclinación y el signo de la inclinación (positiva o negativa) para cada una de las imágenes procedentes de las cámaras, y a continuación se utilizan las inclinaciones y sus signos para calcular la inclinación total teniendo en cuenta las posiciones angulares relativas de las cámaras. Si la inclinación total para un recipiente de vidrio calculada de este modo es excesiva, el recipiente de vidrio será rechazado por inclinación. El módulo 304 de determinación de la inclinación total produce datos de objeto combinados que se proporcionan al bus 300 de datos de objeto combinados.

Un módulo 306 de determinación de la distribución horizontal utiliza los cálculos de la distribución horizontal realizados por la imagen del recipiente de vidrio caliente, para cada una de las imágenes procedentes de las dos cámaras. Se recordará que se calculó el desplazamiento del centro de intensidad respecto del punto medio de cada línea horizontal en cada imagen del recipiente de vidrio caliente, y a continuación se dividió por la anchura de la imagen del recipiente de vidrio caliente en dicha línea horizontal. En la combinación de los datos de la distribución horizontal de las imágenes de las dos cámaras, se utiliza el mayor valor para cada línea horizontal a partir de las imágenes de las dos cámaras para determinar el desplazamiento para dicha línea horizontal. El módulo 306 de determinación de la distribución horizontal produce datos de objeto combinados que se proporcionan al bus 300 de datos de objeto combinados.

Un módulo 308 de determinación de la distribución vertical utiliza preferentemente cálculos de la distribución vertical realizados para la imagen del recipiente de vidrio caliente, solamente a partir de una de las imágenes procedentes de las dos cámaras (preferentemente, de la primera cámara, que está situada ortogonalmente respecto al transportador 62 (figura 8)). Debido a la naturaleza de la distribución vertical, no se considera necesario utilizar los cálculos de la distribución vertical realizados para la imagen del recipiente de vidrio caliente a partir de las dos cámaras, si bien los cálculos para cada línea horizontal se podrían promediar. El módulo 308 de determinación de la distribución vertical produce datos de objeto combinados que se proporcionan al bus 300 de datos de objeto combinados.

Un módulo 310 de determinación del diámetro utiliza preferentemente cálculos del diámetro realizados para la imagen del recipiente de vidrio caliente, solamente a partir de una de las imágenes procedentes de las dos cámaras (preferentemente, de la primera cámara, que está situada ortogonalmente respecto al transportador 62 (figura 8)). Debido a la naturaleza del diámetro, no se considera necesario utilizar los cálculos de diámetro realizados para las imágenes de recipientes de vidrio caliente procedentes de las dos cámaras, si bien los cálculos para los diámetros

procedentes de las dos cámaras se podrían comparar y/o promediar sobre una línea de barrido horizontal, para cada línea de barrido horizontal. En una realización preferida, si los dos diámetros difieren se proporciona una indicación de que el recipiente de vidrio no es redondo, y si la diferencia es demasiado grande el recipiente de vidrio sería rechazado. El módulo 310 de determinación del diámetro produce datos de objeto combinados que se proporcionan al bus 300 de datos de objeto combinados.

Se utiliza un módulo 312 de determinación de la temperatura para proporcionar una indicación de la temperatura mediante la determinación de la suma de los valores digitales de la totalidad de los píxeles en la totalidad de las líneas de barrido horizontales de la imagen de cada recipiente de vidrio. Debido a la naturaleza de la temperatura, no se considera necesario utilizar los cálculos de temperaturas realizados para las imágenes de recipientes de vidrio caliente procedentes de las dos cámaras, si bien los cálculos se podrían promediar. Además, se podría realizar asimismo una representación de los valores medianos por molde, por ejemplo desde el molde más frío (el más alejado) hasta el molde más caliente (el más próximo), representándose una línea de ajuste óptimo a partir de los valores medianos. El módulo 312 de determinación de la temperatura produce datos de objeto combinados que se proporcionan al bus 300 de datos de objeto combinados.

En la monitorización de los recipientes de vidrio caliente cuando estos fluyen desde la máquina I.S. en la que son moldeados, la filosofía del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención difiere de aquella que consiste simplemente en comprobar cada recipiente de vidrio frente a algún recipiente de vidrio estándar "perfecto" arbitrario. Por el contrario, se adopta la hipótesis de que por lo menos un ochenta por ciento de los recipientes de vidrio que se están fabricando son de calidad aceptable, y menos del veinte por ciento de los recipientes de vidrio que se están fabricando son de menor calidad. El objetivo del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención es corregir dicho veinte por ciento. Por lo tanto, el objetivo principal del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente no consiste en fabricar recipientes de vidrio "perfectos" en función de algún estándar predefinido, sino más bien en fabricarlos consistentemente de tal modo que todos sean esencialmente iguales. Para ello, el objetivo es presentar información al operador de la máquina I.S. que identifica los artículos anómalos, y ayudar de ese modo al operador a regular la máquina I.S. para poner los artículos anómalos en mayor conformidad con los otros.

A este respecto, muchas de las características de cada recipiente de vidrio caliente, que se determinan mediante el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención, se comparan con un valor de referencia que se determina según una nueva manera. Los valores de cada característica determinada para cada recipiente de vidrio caliente que son determinados por el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente se almacenan según un esquema "primero en entrar, primero en salir" (first in, first out) durante un período de tiempo predeterminado que se puede modificar. En una realización preferida, dicha característica es de treinta minutos, aunque se podría modificar desde tan sólo un minuto hasta tanto como veinticinco horas, o incluso más.

Un ejemplo de la utilización de la mediana a partir de los últimos treinta minutos (el período predeterminado) es el cálculo del diámetro en una posición particular de los recipientes de vidrio caliente. Cuando se ha determinado el valor del diámetro en una posición particular en un recipiente de vidrio caliente o la curva del diámetro para un recipiente de vidrio caliente, estos se pueden comparar con un valor o con una curva que sean el valor mediano (o una curva que contenga los valores medianos de cada línea de barrido horizontal) determinado sobre los últimos treinta minutos, lo que se puede mostrar como una línea continua o una curva continua en la representación.

A partir de los valores para cada característica determinada para cada recipiente de vidrio caliente durante el período predeterminado, se seleccionan los valores medianos para cada característica en dicho instante, y las características determinadas para el recipiente de vidrio caliente actual se pueden comparar con estas características medianas. Se apreciará que la determinación de las características medianas se produce con cada recipiente de vidrio caliente, dado que el período predeterminado (por ejemplo, treinta minutos) variará para cada recipiente de vidrio sucesivo. Las características medianas se pueden representar visualmente (habitualmente, como una línea continua) junto con la imagen del recipiente de vidrio caliente. Ésta es una diferencia importante respecto al funcionamiento de la solicitud de patente europea número EP 09075545.5, presentada el 10 de diciembre de 2009, y asignada al cesionario de la presente solicitud de patente.

Una ventaja importante del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención es que, dado que normaliza la información de la imagen para los recipientes de vidrio caliente, puede hacer innecesaria la determinación de diferentes medianas para algunas de las características de los recipientes de vidrio caliente procedentes de secciones o moldes diferentes, que están basadas en variaciones de temperatura de los recipientes de vidrio caliente procedentes de estas secciones y moldes diferentes. Por ejemplo, considérese la determinación de la distribución vertical del vidrio en los recipientes de vidrio caliente. Dado que la información obtenida de la imagen para cada recipiente de vidrio caliente para la distribución vertical se normaliza dividiendo la medición de la radiación de línea para cada imagen de línea por la medición de la radiación total, se eliminan las diferencias que se producen debido a una refrigeración desigual de los recipientes de vidrio caliente.

Por lo tanto, cada característica determinada para cada recipiente de vidrio caliente se puede comparar con su valor mediano para el período predeterminado (por ejemplo, treinta minutos), y se puede proporcionar información que

puede acompañar la representación visual de la imagen de dichos recipientes de vidrio caliente. Adicionalmente, se pueden realizar determinaciones de avisos o rechazos de dichos recipientes de vidrio caliente en base a cuánto varían las características determinadas respecto de los valores medianos para dichas características determinadas. Por ejemplo, se puede establecer una desviación porcentual (positiva o negativa) respecto del valor mediano para cada característica determinada, de tal modo que cualquier recipiente de vidrio caliente que exceda esta desviación porcentual para cualquier característica determinada será rechazado. Además, dos desviaciones porcentuales menores (tal como, por ejemplo, un tercio y dos tercios de la desviación porcentual requerida para el rechazo) pueden causar la presentación de un aviso o la emisión de una alarma para la característica determinada para el recipiente de vidrio caliente. Alternativamente, los niveles para cada uno de los avisos, alarmas y rechazos pueden ser seleccionables individualmente. La información relativa a rechazos, alarmas o avisos se puede asimismo mostrar visualmente para cada recipiente de vidrio, tal como resultará evidente más adelante junto con la descripción de las capturas de pantalla.

Se puede proporcionar un ejemplo de una manera mediante la que se pueden visualizar características determinadas para un molde particular para una temperatura determinada, para lo cual el proceso determina la suma de los valores digitales de la totalidad de los píxeles de todas las líneas de barrido horizontales en un recipiente de vidrio caliente. El indicador de la temperatura mediana para la totalidad de los recipientes de vidrio caliente procedentes de cada molde durante, como mínimo, la última media hora, se puede utilizar como valor de comparación. De este modo, el indicador de temperatura para cada recipiente de vidrio caliente se compara con el indicador de la temperatura mediana para los recipientes de vidrio caliente procedentes del mismo molde durante la última media hora (el período predeterminado), indicándose una diferencia porcentual. Además, se podría realizar asimismo una representación de los valores medianos por molde, por ejemplo desde el molde más frío (el más alejado) hasta el molde más caliente (el más próximo), representándose una línea de ajuste óptimo a partir de los valores medianos. Preferentemente, para la determinación de la temperatura, se utiliza solamente una cámara, preferentemente la primera cámara que está montada ortogonalmente con respecto al transportador.

Se proporcionan asimismo una serie de capturas de pantalla que se mostrarían sobre un módulo de interfaz de usuario de pantalla táctil. Haciendo referencia en primer lugar a la figura 25, se muestra una pantalla de Visión general para una máquina I.S. de tres moldes y ocho secciones. Esta pantalla está organizada para mostrar un recipiente de vidrio caliente procedente de cada uno de los moldes de cada una de las secciones, y es una visualización en tiempo real de los recipientes de vidrio caliente cuando son monitorizados y analizados por el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención. Se presenta y se actualiza en tiempo real una imagen de cada uno de los recipientes de vidrio caliente.

En la realización preferida, las imágenes se muestran en color utilizando un código de color asignado al valor digital representativo de la radiación de cada píxel de las imágenes. Por ejemplo, las zonas más calientes se puede mostrar en rojo, que pasa a naranja, amarillo, verde, azul y azul oscuro a medida que disminuye el valor digital de un píxel. El segundo plano de los recipientes, donde los valores digitales son mínimos debido a que el segundo plano está relativamente frío en comparación con la botella de vidrio caliente, se puede presentar arbitrariamente en negro, tal como se muestra en la figura 25, o alternativamente, en blanco para un mayor contraste con los recipientes de vidrio caliente.

Se puede observar que una serie de imágenes de los recipientes de vidrio caliente han sido etiquetadas de manera inequívoca como rechazadas, y se muestran avisos en una serie de imágenes de los recipientes de vidrio caliente. En la parte superior de la pantalla se puede observar que existen una serie de pestañas que se pueden utilizar para acceder a diversas pantallas contenidas en el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención. Puesto que el módulo de interfaz de usuario es preferentemente una pantalla táctil, un usuario puede tocar cualquiera de estas pestañas para acceder a otras pantallas. Tocando el icono ? en la parte inferior derecha de la pantalla, se puede acceder a una pantalla de ayuda para la pantalla visualizada actualmente. Tocando el botón Rechazar en la esquina inferior izquierda, se puede habilitar el sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente para que rechace los recipientes de vidrio caliente que satisfagan los criterios de rechazo, o para permitir que todos los recipientes de vidrio caliente pasen a través del transportador.

Haciendo referencia a continuación a la figura 26 junto con la figura 25, se muestra la pantalla de Ayuda de la Visión general, superpuesta a la pantalla de Visión general de la figura 25. La pantalla de Ayuda de Visión general proporciona una leyenda para los diversos iconos que se pueden utilizar en la pantalla de Visión general. Se proporcionan íconos únicos para vidrio delgado, vidrio grueso, vidrio desigual, inclinaciones y temperaturas alta o baja. Se proporcionan tres íconos para cada una de estas categorías de problemas, coloreándose preferentemente los iconos en amarillo para avisos, naranja para alarmas y rojo para rechazos. Asimismo, está destacada la posición de la información sobre velocidad de empaquetado, recipientes de vidrio perdidos y rechazos para cada molde.

Una de las innovaciones del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención es que la distribución vertical del vidrio y la distribución horizontal del vidrio para un recipiente de vidrio caliente se pueden mostrar de manera unificada. En el pasado, la distribución vertical del vidrio se ha presentado como una curva. (La presente invención puede asimismo presentar la distribución horizontal del vidrio como una curva. Haciendo referencia a continuación a la figura 27A, la distribución vertical del vidrio se presenta como un gráfico continuo en lugar de como una curva.) El gráfico continuo se muestra con respecto a un rectángulo que es la

altura de la curva de distribución vertical del vidrio y que tiene un volumen representativo de la cantidad de vidrio que se debería contener cada uno de los recipientes de vidrio caliente.

La curva de distribución vertical del vidrio está situada sobre el lado derecho del rectángulo, con su punto o puntos promedio cubriendo el lado derecho del rectángulo, y su imagen especular situada sobre el lado izquierdo del rectángulo con el punto o puntos promedio de la imagen especular cubriendo el lado izquierdo del rectángulo. El volumen contenido en el interior del gráfico de la distribución vertical del vidrio, situado entre estas curvas de distribución vertical del vidrio, debería ser igual al volumen del rectángulo (asumiendo que el recipiente de vidrio caliente contiene el volumen adecuado de vidrio). Por lo tanto, observando la representación visual mostrada en la representación de distribución vertical del vidrio, se puede comprender rápidamente la distribución vertical del vidrio en el recipiente de vidrio caliente.

Haciendo referencia a continuación a la figura 27B, se muestra una curva de distribución horizontal del vidrio para el mismo recipiente de vidrio caliente. Por supuesto, la curva de distribución horizontal del vidrio está representada a lo largo de una línea vertical que indica el centro del recipiente de vidrio caliente, y en el caso ideal coincidiría con dicha línea vertical. En la medida en que no lo hace, la curva de distribución horizontal del vidrio muestra por lo tanto una distribución horizontal del vidrio desigual en el recipiente de vidrio caliente, en las posiciones en que diverge de la línea vertical. La curva de distribución horizontal del vidrio mostrada en la figura 27B muestra una distribución incorrecta hacia la izquierda.

Haciendo referencia a continuación a la figura 27C, se ha añadido la curva de distribución horizontal a cada una de la curva de distribución vertical del vidrio y su imagen especular, dando como resultado una representación de la distribución de vidrio que combina la curva de distribución vertical del vidrio y la curva de distribución horizontal juntas en una única representación. Un usuario puede comprender fácilmente la distribución vertical y la distribución horizontal del vidrio en el recipiente de vidrio caliente observando el gráfico de distribución del vidrio de la figura 27C. Esto representa un avance significativo en la presentación de la información de distribución del vidrio.

Haciendo referencia a continuación a la figura 28, se muestra una pantalla de distribución del vidrio para una máquina I.S. de tres moldes y ocho secciones. Se apreciará que las áreas de cada representación de la distribución de vidrio que son demasiado gruesas o bien demasiado delgadas, o en las que la distribución horizontal es incorrecta, se muestran mediante bandas horizontales de color. Las bandas de color pueden ser diferentes para avisos, alarmas y rechazos, si se desea (y tal como se muestra en la figura 28). Tal como en la pantalla de Visión general mostrada en la figura 25, la imagen de cada una de las curva de distribución del vidrio para cada uno de los recipientes de vidrio caliente procedentes de cada uno de los moldes en cada una de las secciones, se muestra y actualiza en tiempo real.

La figura 29 es una pantalla de Ayuda de Distribución de vidrio que se muestra estando superpuesta a la pantalla de Distribución de vidrio de la figura 28. La pantalla de Ayuda de Distribución de vidrio proporciona una leyenda para los iconos de grueso y delgado que se utilizan en la pantalla de Distribución del vidrio. En la pantalla de Ayuda de Distribución del vidrio se muestra asimismo una visualización de una distribución de vidrio problemática así como una visualización de una distribución de vidrio aceptable.

Haciendo referencia a continuación a la figura 30, se muestra una pantalla de Atención que presenta los tres peores moldes de fabricación de la máquina I.S. (durante el último período predeterminado, por ejemplo, treinta minutos). En la realización preferida, la calidad relativa de los tres peores se identifica mediante el color de la banda en la parte superior de cada una de las tres imágenes de los recipientes de vidrio caliente, siendo roja en el peor recipiente de vidrio, naranja en el segundo peor recipiente de vidrio y amarilla en el tercer peor recipiente de vidrio. Se muestra asimismo la posición de cada uno de los tres peores recipientes de vidrio caliente, en una ilustración esquemática que muestra las secciones y los moldes.

Haciendo referencia a continuación a la figura 31, se muestra una pantalla de Transporte que representa la posición en el transportador, en tiempo real, de los últimos recipientes de vidrio caliente procedentes de cada sección y molde, así como la variación en las posiciones durante un período de tiempo seleccionado. La figura 32 es una pantalla de Ayuda de Transporte que se muestra estando superpuesta a la pantalla de Transporte de la figura 31. La posición de cada recipiente de vidrio caliente está mostrada por el círculo, mostrándose las variaciones en las posiciones de los recipientes de vidrio caliente durante el último tiempo predeterminado (por ejemplo, treinta minutos) mediante las áreas sombreadas alrededor de los círculos. Pueden realizarse asimismo ajustes sobre el movimiento de los mecanismos empujadores (los mecanismos empujadores empujan los recipientes de vidrio formados en la máquina I.S. desde una placa de enfriamiento al transportador), que controlarán en alguna medida las posiciones de los recipientes de vidrio caliente en el transportador. La posición de un recipiente de vidrio caliente procedente de cada molde en cada sección individual es mostrada y actualizada en tiempo real en la pantalla de Transporte.

Haciendo referencia a continuación a la figura 33, se muestra una pantalla de Rechazo que muestra datos relativos a recipientes de vidrio caliente que han sido rechazados, incluyendo el problema particular que tiene como resultado el rechazo. Los datos se muestran estando ordenados por el tiempo del rechazo.

- Haciendo referencia a continuación a las figuras 34 y 35, se muestra una pantalla de Resumen de Sección para una sección particular en la figura 34, y en la figura 35 se muestra una pantalla de Ayuda de Resumen de sección estando superpuesta a la pantalla de Resumen de sección de la figura 34. Esta pantalla de Resumen de sección muestra diversa información para la sección, incluyendo la distribución vertical del vidrio, la distribución horizontal del vidrio, la distribución del vidrio, la temperatura y la inclinación. Para la distribución vertical del vidrio, la distribución horizontal del vidrio, la temperatura y la inclinación, el círculo (punto) representa el recipiente de vidrio caliente más reciente procedente de la sección y el molde, y los gráficos de caja muestran la variación durante el último período predeterminado (por ejemplo, treinta minutos) así como el valor de la mediana para dicho período predeterminado.
- Haciendo referencia a continuación a las figuras 36, 37, 38 y 39, se muestran pantallas de Variación de la máquina para la distribución vertical del vidrio, la distribución horizontal del vidrio, la temperatura y la inclinación, respectivamente, para cada una de las ocho zonas en los recipientes de vidrio caliente, desde la parte superior a la inferior de los mismos. Los gráficos de caja muestran de nuevo la variación durante el último período predeterminado (por ejemplo, treinta minutos), así como el valor de la mediana para dicho período predeterminado.
- Finalmente, la figura 40 muestra una pantalla de Estadísticas que muestra información de resumen para la máquina I.S. en forma gráfica, durante un período predeterminado. Esta pantalla es particularmente útil para reuniones diarias de producción, y se puede configurar su período de recogida de datos para dicha reunión.
- Si bien la descripción anterior del sistema analítico de la calidad de los recipientes de vidrio caliente de la presente invención se ha mostrado y descrito haciendo referencia a realizaciones particulares y aplicaciones de las mismas, se ha presentado con propósitos de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva ni limitar la invención a las realizaciones y aplicaciones particulares dadas a conocer. Resultará evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar diversos cambios, modificaciones o alteraciones a la invención que se ha descrito en el presente documento, ninguno de los cuales se sale del alcance de la presente invención. Las realizaciones y aplicaciones particulares se han elegido y descrito para proporcionar la mejor ilustración de los principios de la invención y su aplicación práctica, a efectos de permitir de ese modo que un experto en la materia utilice la invención en diversas realizaciones y con diversas modificaciones que sean adecuadas para la utilización particular contemplada. Por lo tanto, la totalidad de dichos cambios, modificaciones, variaciones y alteraciones deberán considerarse comprendidos dentro del alcance de la presente invención, tal como se determina mediante las reivindicaciones adjuntas cuando se interpretan de acuerdo con la amplitud que legalmente les corresponde.

REIVINDICACIONES

1. Un método para monitorizar y analizar características de recipientes (30, 64) de vidrio caliente formados mediante una máquina I.S., comprendiendo el método:

monitorizar con, por lo menos, un dispositivo (42; 66, 68), de formación de imágenes la radiación emitida mediante recipientes (30, 64) de vidrio caliente inmediatamente después de que sean formados y antes de que sean refrigerados cuando son transportados desde la máquina I.S. sobre un transportador (50, 62);

extraer una imagen individual de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente a partir de la radiación monitorizada emitida por los recipientes (30, 64) de vidrio caliente;

caracterizado por que el método lleva a cabo las etapas de:

10 analizar cada imagen extraída individual para identificar la presencia o ausencia de desviaciones en el proceso de formación de recipientes de vidrio, en cada una de una serie de características de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente, mediante comparar cada característica del recipiente (30, 64) de vidrio caliente con el mediano de los valores para dicha característica en una serie de recipientes (30, 64) de vidrio caliente monitorizados durante un período de tiempo predeterminado inmediatamente anterior a la evaluación del recipiente (30, 64) de vidrio caliente;

15 visualizar una o varias de las imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente en tiempo real en una pantalla; y

visualizar simultáneamente en la pantalla información de diagnóstico representativa de una o varias de las características del, o de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente correspondiente a la, o a cada imagen extraída individual mostrada en la pantalla, e indicativa de la presencia o ausencia de una desviación en dicha por lo menos una característica respecto del valor mediano para dichas características.

20 2. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho por lo menos un dispositivo de formación de imágenes comprende:

una cámara de infrarrojos de onda corta (SWIR).

3. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho por lo menos un dispositivo de formación de imágenes comprende:

25 un primer y un segundo dispositivos (66, 68) de formación de imágenes situados directamente a continuación de la máquina I.S. en lados opuestos de, y en ángulos diferentes con respecto al transportador (62) y al recipiente (64) de vidrio caliente que está siendo monitorizado.

4. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:

30 determinar el contorno dimensional de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente; y

analizar el contorno dimensional del recipiente (30, 64) de vidrio caliente para determinar si el recipiente (30, 64) de vidrio caliente es un "artículo pegado", un "artículo volcado" o se ha "perdido".

5. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:

35 determinar el contorno dimensional de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente; y

analizar el contorno dimensional del recipiente (30, 64) de vidrio caliente para determinar cualquier inclinación en el recipiente (30, 64) de vidrio caliente;

en el que la inclinación del recipiente (30, 64) de vidrio se muestra en la pantalla como información de diagnóstico.

40 6. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:

determinar la distribución vertical del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente;

en el que la distribución vertical del vidrio en el recipiente (30, 64) de vidrio se muestra en la pantalla como información de diagnóstico.

45 7. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:

determinar la distribución horizontal del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente;

en el que la distribución vertical del vidrio en el recipiente (30, 64) de vidrio se muestra en la pantalla como información de diagnóstico.

8. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:

5 determinar la distribución vertical del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente;

determinar la distribución horizontal del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente;

en el que la distribución vertical y la distribución horizontal del vidrio en el recipiente (30, 64) de vidrio se muestran ambas en la pantalla como información de diagnóstico, como un único elemento de pantalla.

10 9. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:

configurar por lo menos una zona horizontal programable sobre las imágenes de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente a una altura seleccionada sobre las imágenes de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente, teniendo dicha zona horizontal programable una altura programable de por lo menos una línea de barrido horizontal;

15 determinar un diámetro de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente en cada zona horizontal programable, a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente; y

proporcionar en la pantalla por lo menos uno del diámetro determinado o información relativa a la presencia o ausencia de una desviación en el diámetro determinado para el recipiente (30, 64) de vidrio caliente.

10. Un método según se define en la reivindicación 9, en el que dicho por lo menos un dispositivo de formación de imágenes comprende:

20 un primer y un segundo dispositivos (66, 68) de formación de imágenes situados inmediatamente a continuación de la máquina I.S. en lados opuestos de, y en ángulos diferentes con respecto al transportador (62) en el que los recipientes (64) de vidrio caliente son transportados desde la máquina I.S.;

25 determinar un diámetro de cada recipiente (64) de vidrio caliente en cada zona horizontal programable, a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (64) de vidrio caliente procedentes de cada uno del primer y el segundo dispositivos (66, 68) de formación de imágenes; y

si los diámetros determinados a partir del primer y el segundo dispositivos de formación de imágenes varían más de un umbral predeterminado para un recipiente (64) de vidrio caliente, proporcionar una alarma o un aviso, o rechazar el recipiente (64) de vidrio caliente.

11. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:

30 asignar un color a cada uno de una serie de intervalos de radiación emitida mediante los recipientes (30, 64) de vidrio caliente;

generar una imagen de color a partir de cada imagen extraída de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente mediante asignar del color asociado con el intervalo de radiación a cada píxel de las imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente;

35 en el que la etapa de visualización comprende visualizar la imagen de color generada a partir de las imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente.

12. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la máquina I.S. tiene un número determinado de secciones y un número determinado de moldes en cada sección, en el que la etapa de análisis comprende:

40 determinar información de diagnóstico de temperatura, representativa de las temperaturas de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente, mediante calcular la suma de los valores digitales de la totalidad de los píxeles sobre la totalidad de una serie de líneas de barrido horizontales en la imagen de cada recipiente (30, 64) de vidrio;

determinar, para cada molde, el valor mediano de la información de diagnóstico de temperatura representativa de las temperaturas de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente durante un período predeterminado almacenadas en una base de datos de tipo primero en entrar, primero en salir;

45 representar los valores medianos por molde, desde el molde más frío al molde más caliente, y representar una línea de ajuste óptimo a partir de los valores medianos; y

determinar, para cada molde, la diferencia entre la información de diagnóstico de temperatura, representativa de las temperaturas de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente, y la línea de ajuste óptimo en la posición del mismo molde.

13. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la máquina I.S. tiene un número determinado de secciones y un número determinado de moldes en cada sección, en el que la etapa de visualización comprende:
- 5 visualizar simultáneamente en la pantalla una imagen extraída individual de un recipiente (30, 64) de vidrio caliente formado en cada uno de los moldes de cada una de las secciones, y actualizar en tiempo real la imagen extraída individual visualizada de un recipiente de vidrio caliente formado en cada uno de los moldes de cada una de las secciones.
14. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la máquina I.S. tiene un número determinado de secciones y un número determinado de moldes en cada sección, en el que la etapa de visualización comprende:
- 10 visualizar simultáneamente las tres imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente procedentes de los tres moldes que tienen las desviaciones mayores en, por lo menos, una característica.
15. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis comprende:
- determinar la posición de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente en el transportador (50, 62); y
- en el que la posición de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente se visualiza en la pantalla.
16. Un método según se define en la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- 15 almacenar información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente durante un período predeterminado, en una base de datos de tipo primero en entrar, primero en salir;
- determinar la mediana de la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente durante un período predeterminado almacenadas en la base de
- 20 datos de tipo primero en entrar, primero en salir; y
- comparar la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente con la mediana.
17. Un método según se define en la reivindicación 16, en el que un gráfico de caja de la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente
- 25 durante un período predeterminado almacenadas en la base de datos de tipo primero en entrar, primero en salir, y su mediana, se visualizan en la pantalla junto con la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente.
18. Un método según se define en la reivindicación 16, en el que si la comparación de la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de un recipiente (30, 64) de vidrio caliente con la mediana
- 30 excede un porcentaje predeterminado, se proporciona una alarma o un aviso, o el recipiente (30, 64) de vidrio caliente es rechazado.
19. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la información de diagnóstico visualizada simultáneamente en la pantalla en un modo de resumen de sección comprende:
- 35 por lo menos tres de la distribución vertical del vidrio, la distribución horizontal del vidrio, la distribución del vidrio, la temperatura y la inclinación.
20. Un método según se define en la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- utilizar la información de diagnóstico para controlar automáticamente el proceso de formación en la máquina I.S.
21. Un método según se define en la reivindicación 1, en el que la pantalla comprende:
- una interfaz de usuario de pantalla táctil.
- 40 22. Un sistema para monitorizar y analizar características de recipientes (30, 64) de vidrio caliente formados mediante una máquina I.S., comprendiendo el sistema:
- por lo menos un dispositivo (42; 66, 68) de formación de imágenes que monitoriza la radiación emitida mediante recipientes (30, 64) de vidrio caliente inmediatamente después de que son formados y antes de que sean refrigerados cuando son transportados desde la máquina I.S. sobre un transportador (50, 62);
- 45 un módulo (190, 242) de extracción de imágenes que extrae una imagen individual de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente a partir de la radiación monitorizada emitida mediante los recipientes (30, 64) de vidrio caliente;
- caracterizado por:

- un módulo (164) de procesamiento de imágenes que analiza cada imagen extraída individual para identificar la presencia o ausencia de desviaciones en el proceso de formación de recipientes (30, 64) de vidrio en cada una de una serie de características de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente, mediante comparar cada característica del recipiente (30, 64) de vidrio caliente con el mediano de los valores para dicha característica, en una serie de recipientes (30, 64) de vidrio caliente monitorizados durante un período de tiempo predeterminado inmediatamente anterior a la evaluación del recipiente (30, 64) de vidrio caliente; y
- una pantalla en la que por lo menos una de las imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente se visualiza en tiempo real;
- en el que se visualiza simultáneamente en la pantalla información de diagnóstico representativa de por lo menos una de las características del, o de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente correspondiente a la, o a cada imagen extraída individual mostrada en la pantalla, e indicativa de la presencia o ausencia de una desviación en dicha por lo menos una característica respecto de los valores medianos para dichas características.
23. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que dicho por lo menos un dispositivo de formación de imágenes comprende:
- una cámara de infrarrojos de onda corta (SWIR).
24. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que dicho por lo menos un dispositivo de formación de imágenes comprende:
- un primer y un segundo dispositivos (66, 68) de formación de imágenes situados directamente a continuación de la máquina I.S. en lados opuestos de, y en ángulos diferentes con respecto al transportador (62) y a un recipiente (64) de vidrio caliente cuando éste está situado para ser monitorizado.
25. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:
- un módulo de determinación de contornos que determina el contorno dimensional de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente; y
- un módulo que analiza el contorno dimensional del recipiente (30, 64) de vidrio caliente para determinar si el recipiente (30, 64) de vidrio caliente es un "artículo pegado", un "artículo volcado" o se ha "perdido".
26. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:
- un módulo (212, 250) de determinación de contornos que determina el contorno dimensional de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente; y
- un módulo (220, 254) de determinación de la inclinación que analiza el contorno dimensional del recipiente (30, 64) de vidrio caliente para determinar cualquier inclinación en el recipiente (30, 64) de vidrio caliente;
- en el que la inclinación del recipiente (30, 64) de vidrio se muestra en la pantalla como información de diagnóstico.
27. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:
- un módulo (234, 258) de determinación de la distribución vertical que determina la distribución vertical del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales de dicho recipiente (30, 64) de vidrio caliente;
- en el que la distribución vertical del vidrio en el recipiente (30, 64) de vidrio se muestra en la pantalla como información de diagnóstico.
28. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:
- un módulo (232, 256) de determinación de la distribución horizontal que determina la distribución horizontal del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales de dicho recipiente (30, 64) de vidrio caliente;
- en el que la distribución horizontal del vidrio en el recipiente (30, 64) de vidrio se muestra en la pantalla como información de diagnóstico.
29. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:

- un módulo (234, 258) de determinación de la distribución vertical que determina la distribución vertical del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales de dicho recipiente (30, 64) de vidrio caliente;
- 5 un módulo (232, 256) de determinación de la distribución horizontal que determina la distribución horizontal del vidrio en cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente a partir de las imágenes extraídas individuales de dicho recipiente (30, 64) de vidrio caliente;
- en el que la distribución vertical y la distribución horizontal del vidrio en el recipiente de vidrio se muestran ambas en la pantalla como información de diagnóstico, como un único elemento de pantalla.
- 10 30. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:
- una base de datos que contiene por lo menos una zona horizontal programable en las imágenes de los recipientes de vidrio caliente, a una altura seleccionada en las imágenes de los recipientes de vidrio caliente, teniendo la zona horizontal programable una altura programable de por lo menos una línea de barrido horizontal; y
- 15 un módulo (236, 260) de determinación del diámetro que determina un diámetro de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente en cada zona horizontal programable, a partir de las imágenes extraídas individuales de dicho recipiente (30, 64) de vidrio caliente;
- en el que se proporciona a la pantalla información de diagnóstico representativa de por lo menos uno del diámetro determinado o de información relativa a la presencia o ausencia de una desviación en el diámetro determinado para el recipiente (30, 64) de vidrio caliente.
- 20 31. Un sistema según se define en la reivindicación 30, en el que dicho por lo menos un dispositivo de formación de imágenes comprende:
- un primer y un segundo dispositivos (66, 68) de formación de imágenes situados inmediatamente a continuación de la máquina I.S. en lados opuestos de, y en ángulos diferentes con respecto al transportador (62) en el que los recipientes (30, 64) de vidrio caliente son transportados desde la máquina I.S.;
- 25 en el que el módulo (236, 260) de determinación del diámetro determina un diámetro de cada recipiente (30, 64) de vidrio caliente en cada zona horizontal programable, a partir de las imágenes extraídas individuales del recipiente (30, 64) de vidrio caliente procedentes de cada uno del primer y el segundo dispositivos (66, 68) de formación de imágenes; y
- 30 en el que si los diámetros determinados a partir del primer y el segundo dispositivos (66, 68) de formación de imágenes varía más de un umbral predeterminado para un recipiente (30, 64) de vidrio caliente, se proporciona una alarma o un aviso, o el recipiente (30, 64) de vidrio caliente es rechazado.
- 35 32. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes asigna un color a cada uno de una serie de intervalos de radiación emitida mediante recipientes (30, 64) de vidrio caliente, y en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes genera una imagen de color a partir de cada imagen extraída de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente mediante asignar el color asociado con el intervalo de radiación a cada píxel de las imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente; y
- en el que las imágenes de color generadas a partir de las imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente se visualizan en la pantalla.
- 40 33. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que la máquina I.S. tiene un número de secciones determinado y un número de moldes determinado en cada sección, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes determina la representación de información de diagnóstico de temperatura de las temperaturas de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente, mediante calcular la suma de los valores digitales de la totalidad de los píxeles en todas las líneas de barrido horizontales en la imagen de cada recipiente de vidrio.
- 45 en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes determina, para cada molde, el valor mediano de la información de diagnóstico de temperatura representativa de las temperaturas de cada uno de los recipientes de vidrio caliente durante un período predeterminado almacenadas en la base de datos de tipo primero en entrar, primero en salir;
- en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes representa los valores medianos por molde, desde el molde más frío al molde más caliente, y representa una línea de ajuste óptimo a partir de los valores medianos; y
- 50 en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes determina, para cada molde, la diferencia entre la información de diagnóstico de temperatura representativa de las temperaturas de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente, y la línea de ajuste óptimo en la posición del mismo molde.

34. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que la máquina I.S. tiene un número determinado de secciones y un número determinado de moldes en cada sección, en el que la pantalla visualiza simultáneamente en la pantalla una imagen extraída individual de un recipiente (30, 64) de vidrio caliente formado en cada uno de los moldes en cada una de las secciones, y las imágenes extraídas individuales visualizadas de un recipiente (30, 64) de vidrio caliente formado en cada uno de los moldes en cada una de las pantallas se actualizan en tiempo real.
35. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que la máquina I.S. tiene un número determinado de secciones y un número determinado de moldes en cada sección, en el que la pantalla visualiza simultáneamente las tres imágenes extraídas individuales de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente procedentes de los tres moldes, que tienen las desviaciones máximas en dicha por lo menos una característica.
36. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:
- un módulo (246) de posiciones de productos, para determinar la posición de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente sobre el transportador; y
- en el que se proporciona a la pantalla información representativa de la posición de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente.
37. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes comprende:
- una base de datos de tipo primero en entrar, primero en salir que almacena información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente durante un período predeterminado;
- en el que el módulo (164) de procesamiento de imágenes determina la mediana de la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente durante un período predeterminado almacenadas en la base de datos de tipo primero en entrar, primero en salir, y compara la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente con la mediana.
38. Un sistema según se define en la reivindicación 37, en el que un gráfico de caja de la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente durante un período predeterminado almacenadas en la base de datos de tipo primero en entrar, primero en salir, y su mediana, se visualizan en la pantalla junto con la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de cada uno de los recipientes (30, 64) de vidrio caliente.
39. Un sistema según se define en la reivindicación 37, en el que si la comparación de la información de diagnóstico representativa de una o varias de las características de un recipiente (30, 64) de vidrio caliente con la mediana excede un porcentaje predeterminado, se proporciona una alarma o un aviso, o el recipiente (30, 64) de vidrio caliente es rechazado.
40. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que la pantalla tiene un modo de resumen de sección en el que se visualizan simultáneamente en la pantalla por lo menos tres de la distribución vertical del vidrio, la distribución horizontal del vidrio, la distribución de vidrio, la temperatura y la inclinación.
41. Un sistema según se define en la reivindicación 22, que comprende adicionalmente:
- una unidad de control (84) de la máquina I.S. que utiliza la información de diagnóstico para controlar automáticamente el proceso de formación en la máquina I.S.
42. Un sistema según se define en la reivindicación 22, en el que la pantalla comprende:
- una interfaz de usuario de pantalla táctil.

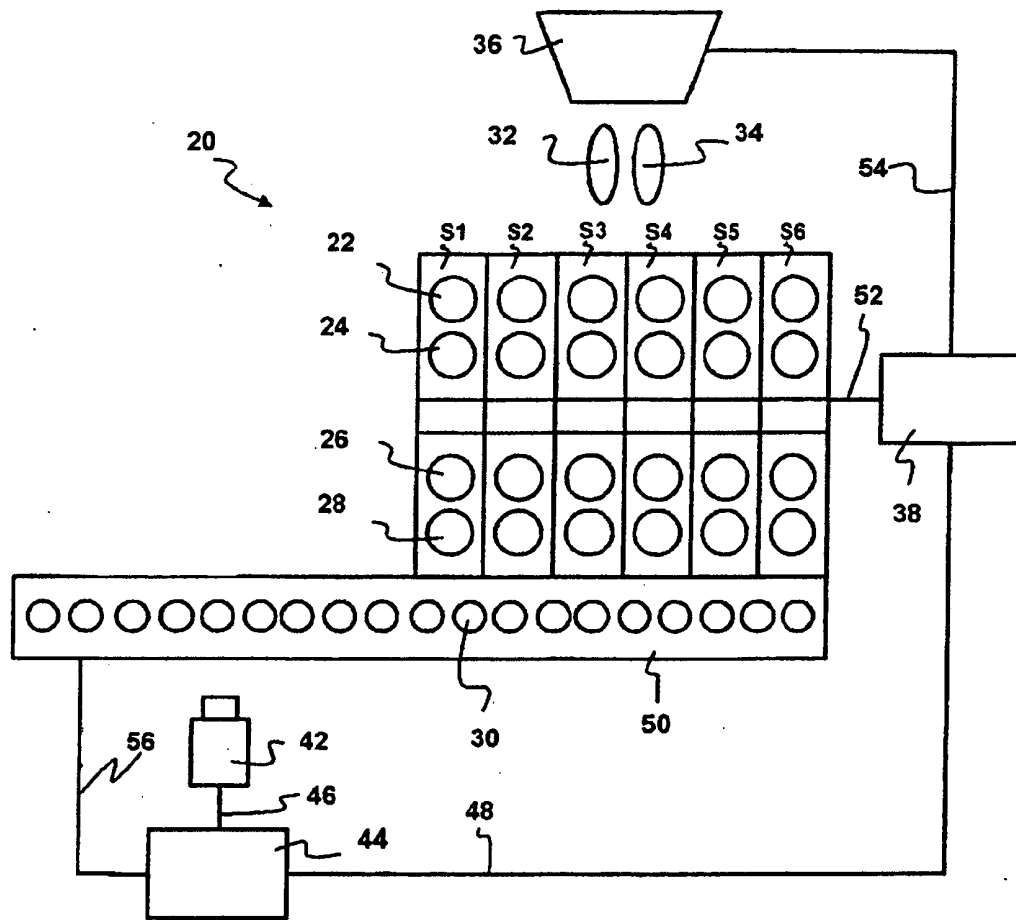


FIG. 1

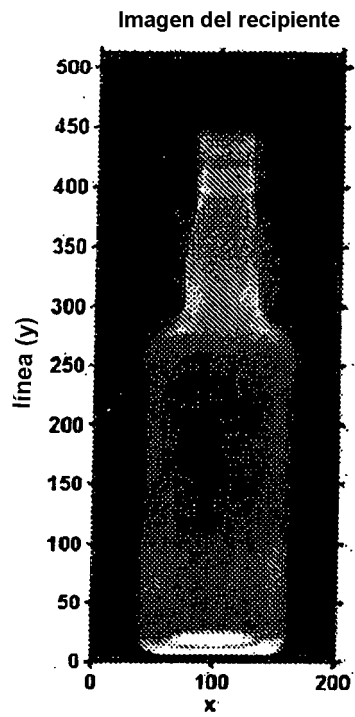


FIG. 2

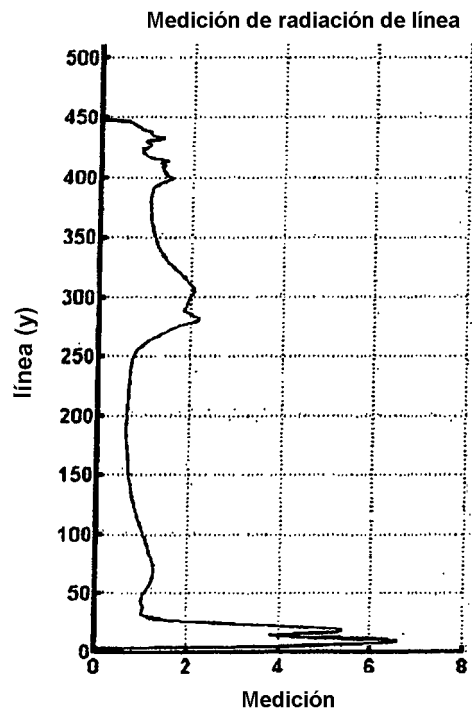


FIG. 3

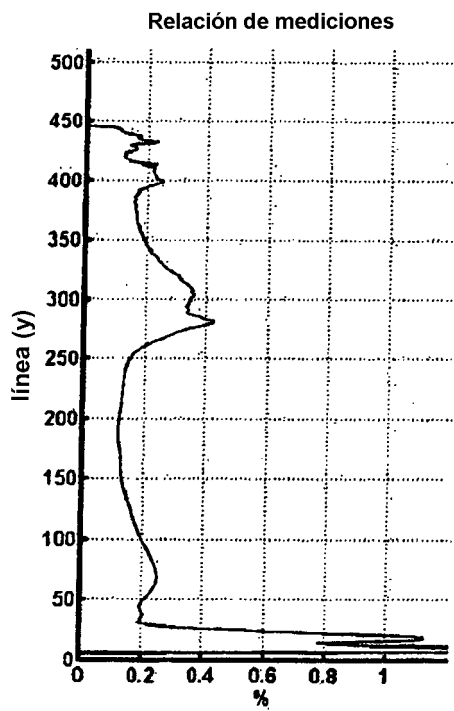


FIG. 4

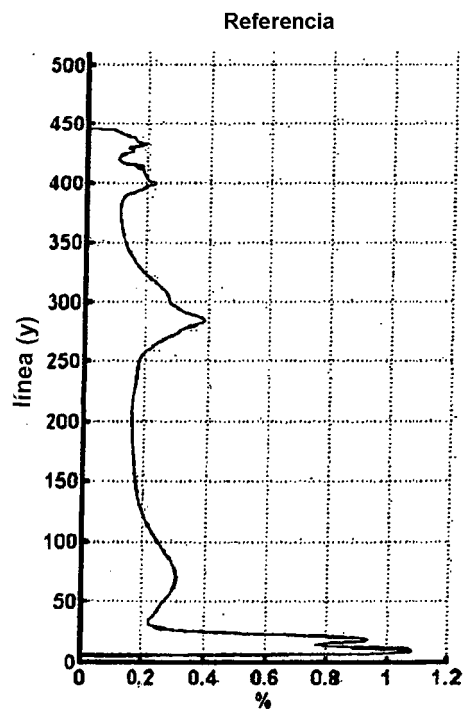


FIG. 5

Referencia (--) y relación de mediciones

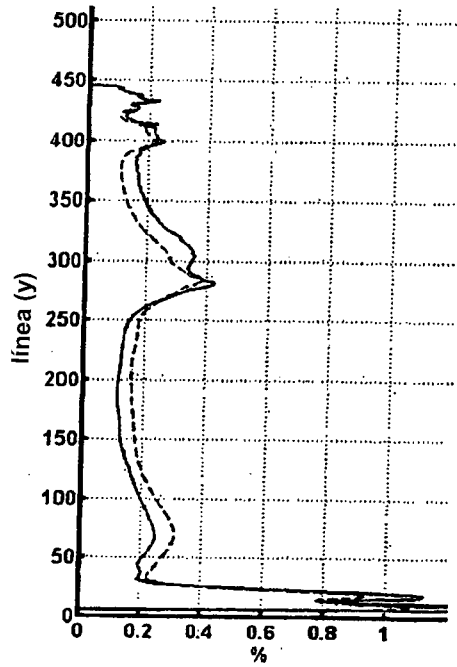


FIG. 6

Diferencia relativa

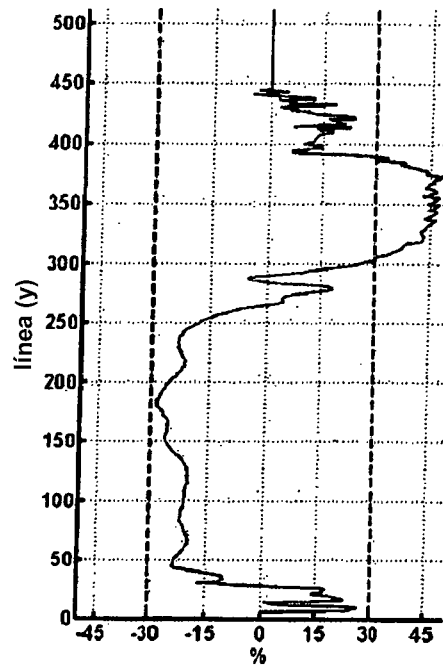


FIG. 7

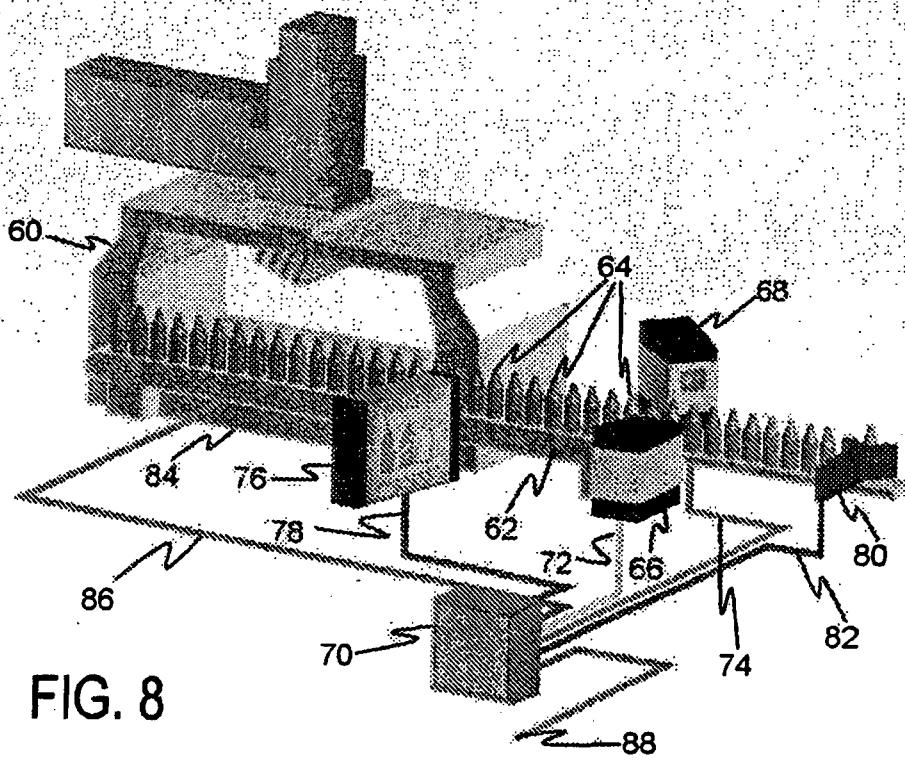


FIG. 8

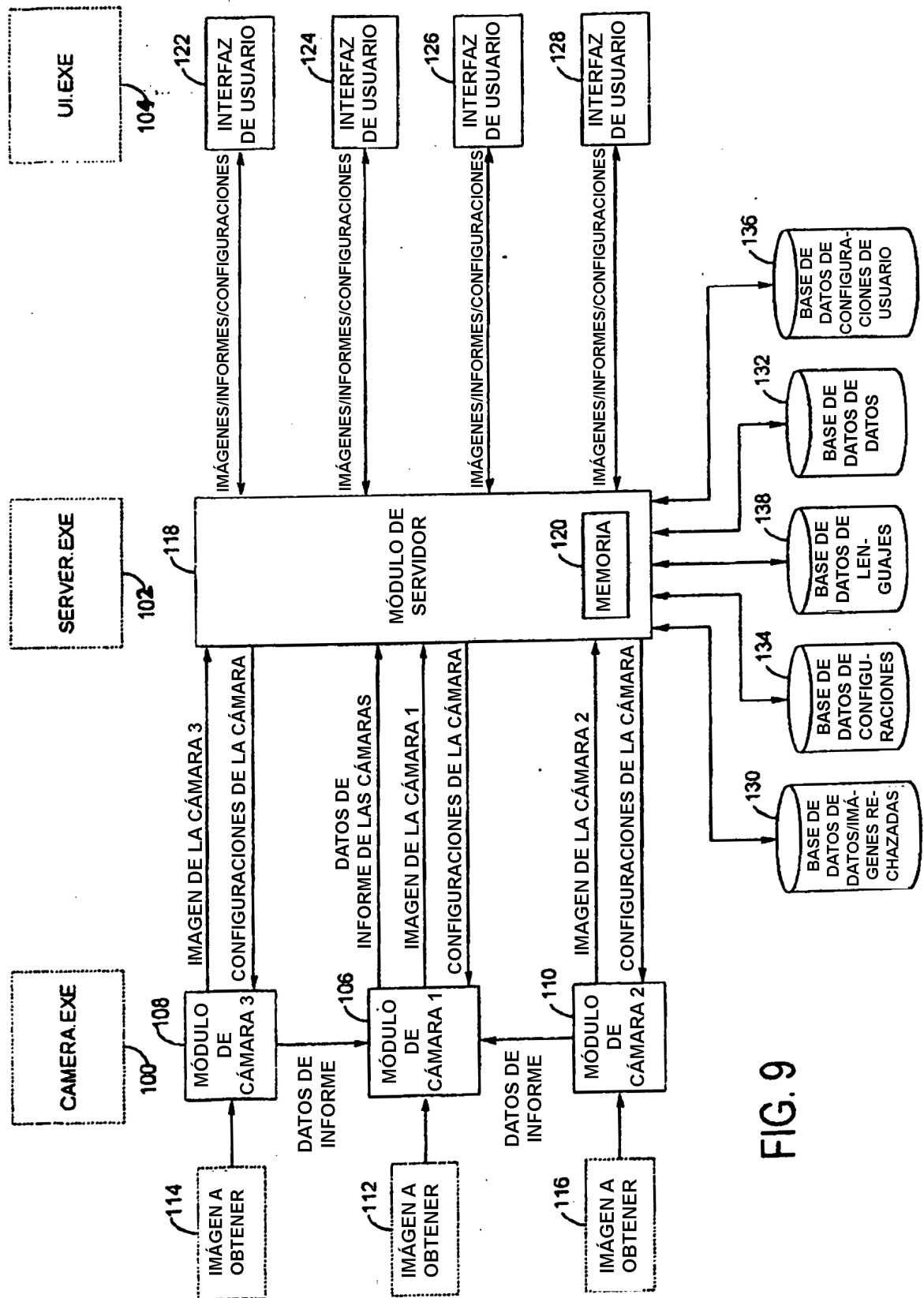


FIG. 9

FIG. 10

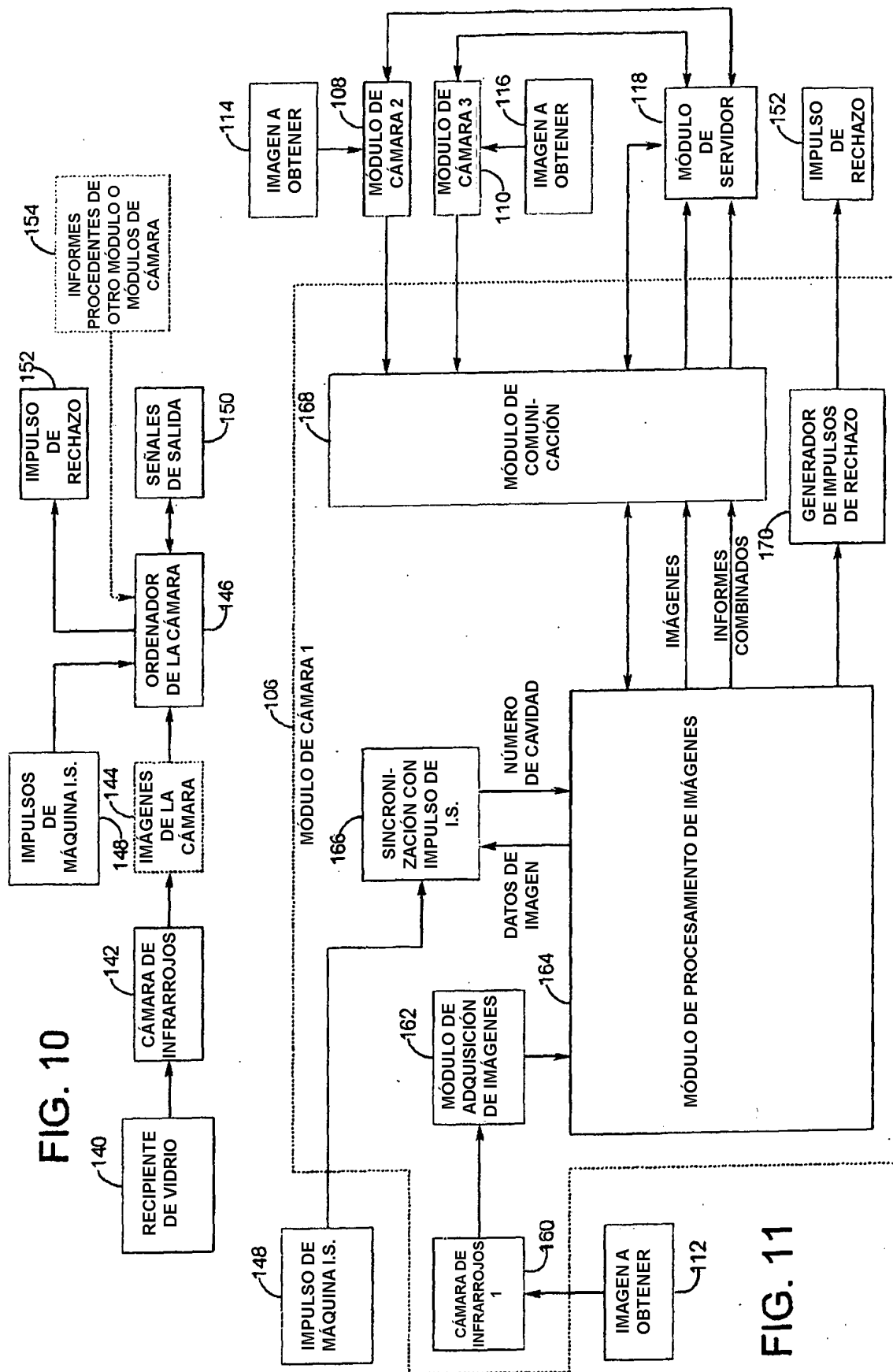
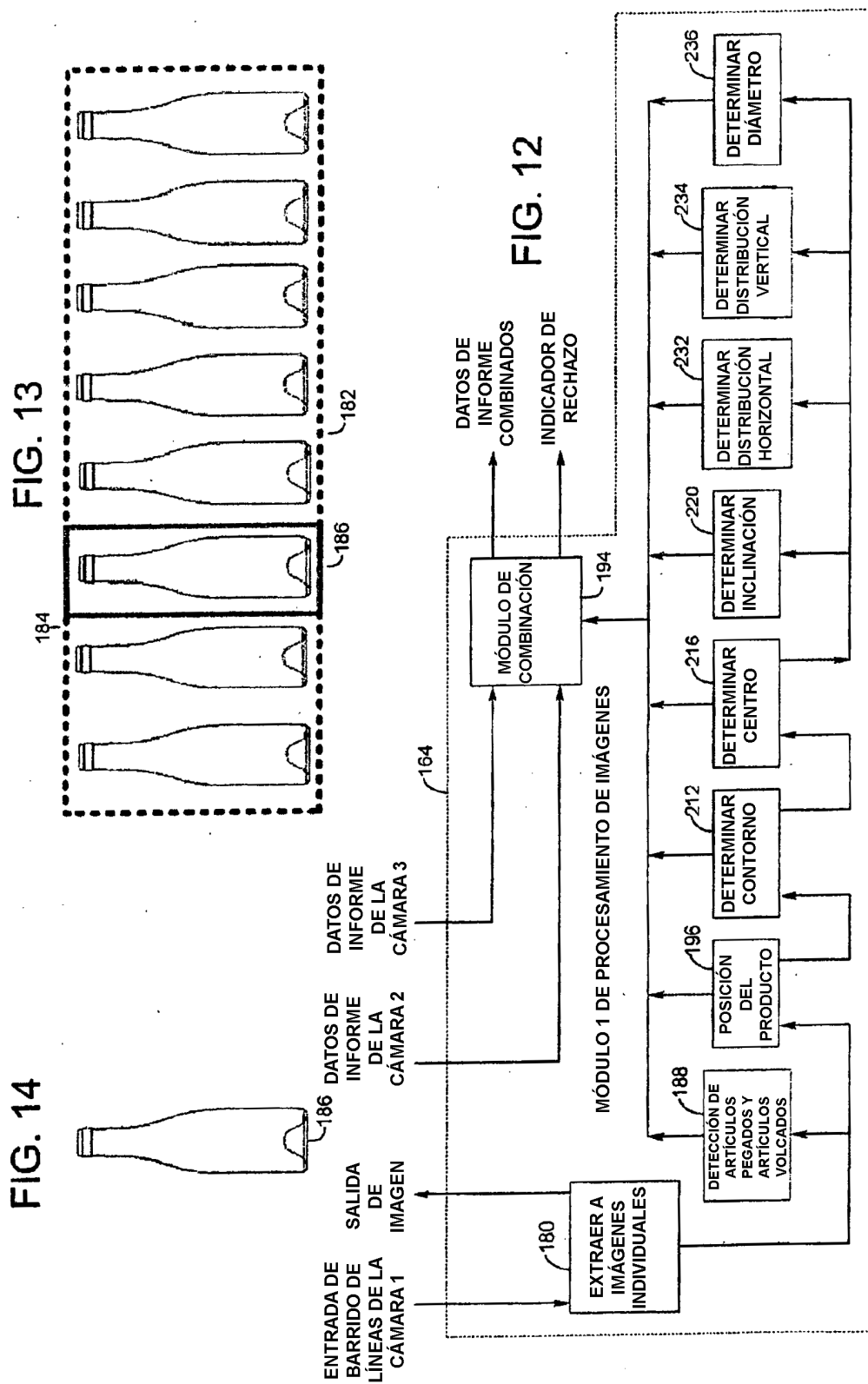


FIG. 11



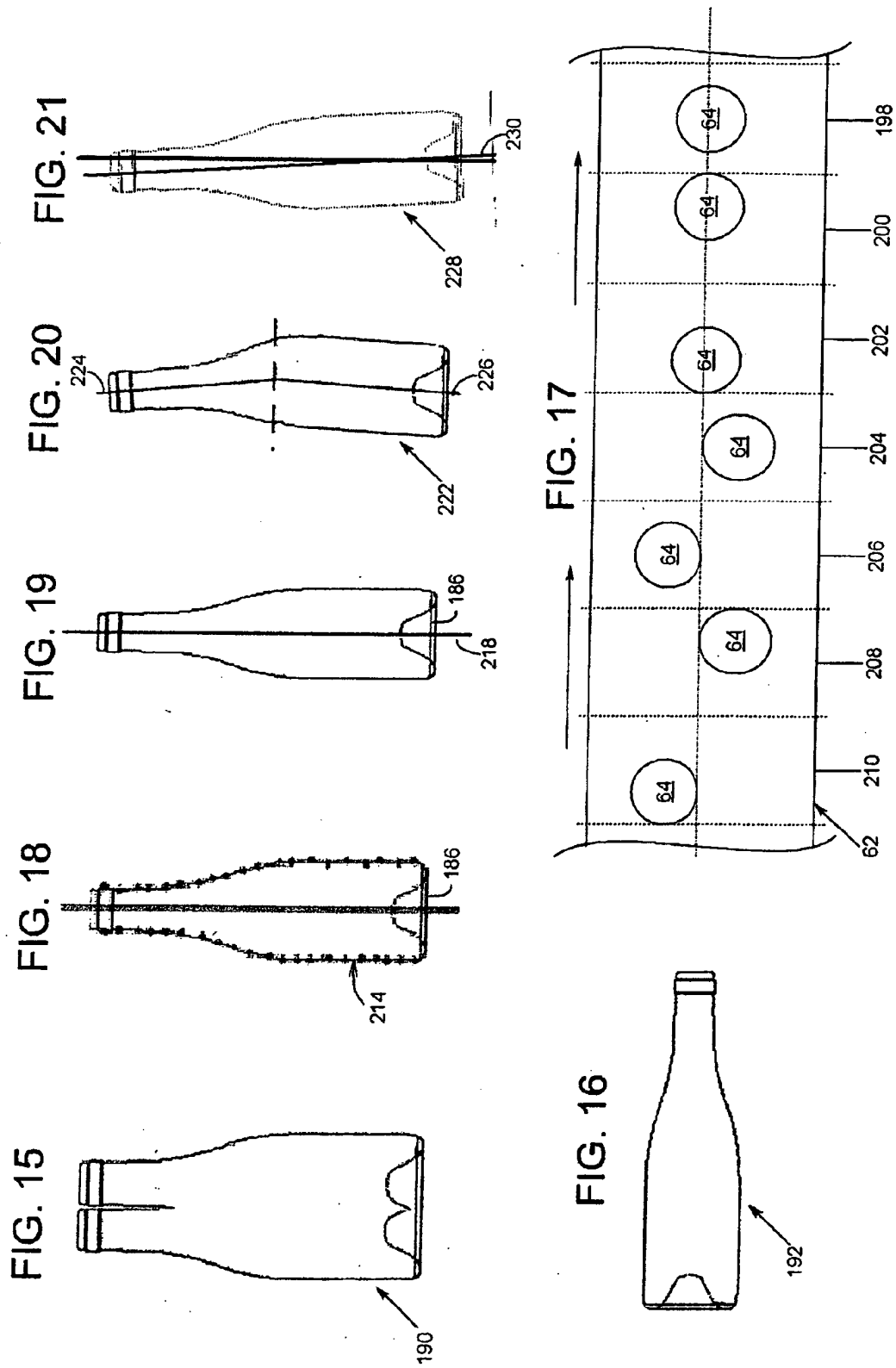


FIG. 22

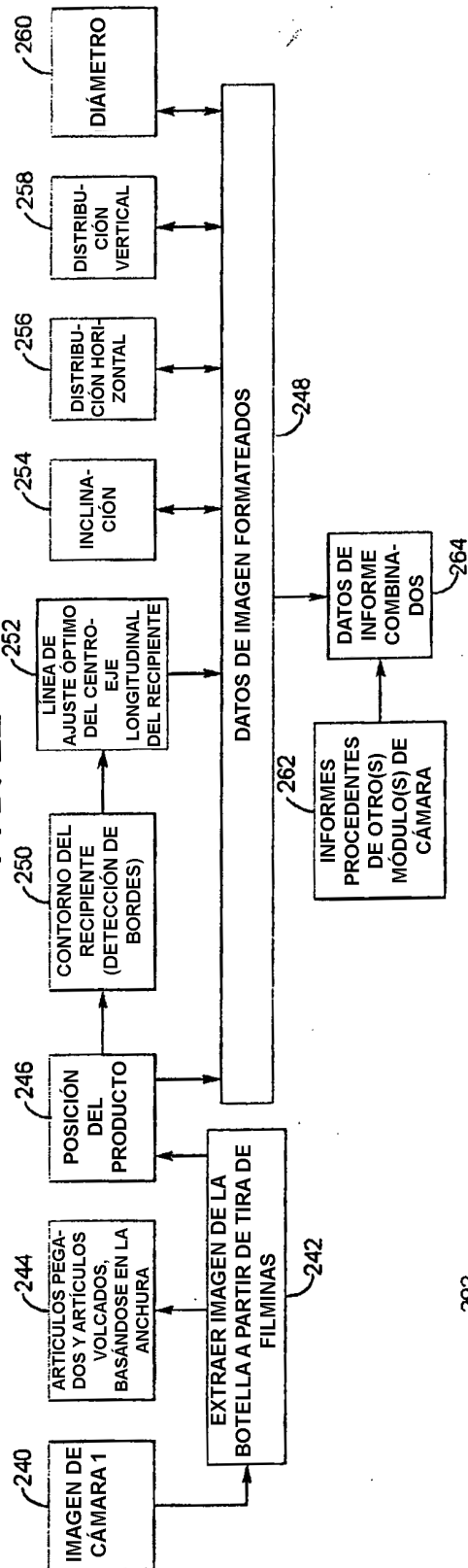


FIG. 24

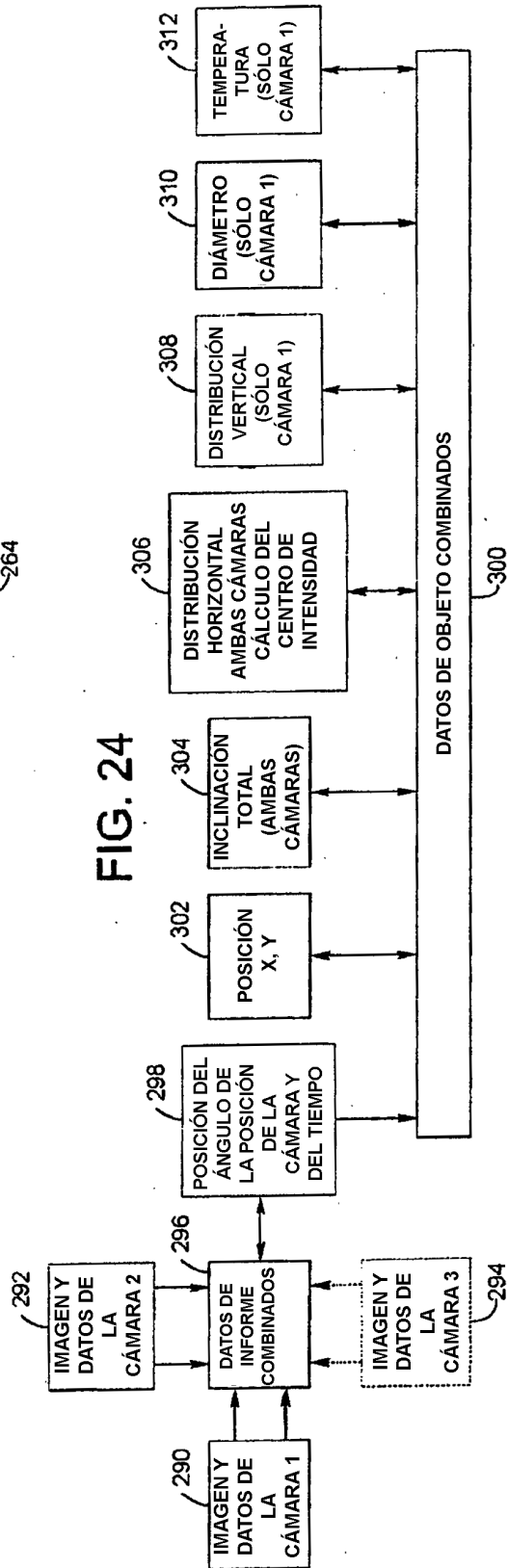
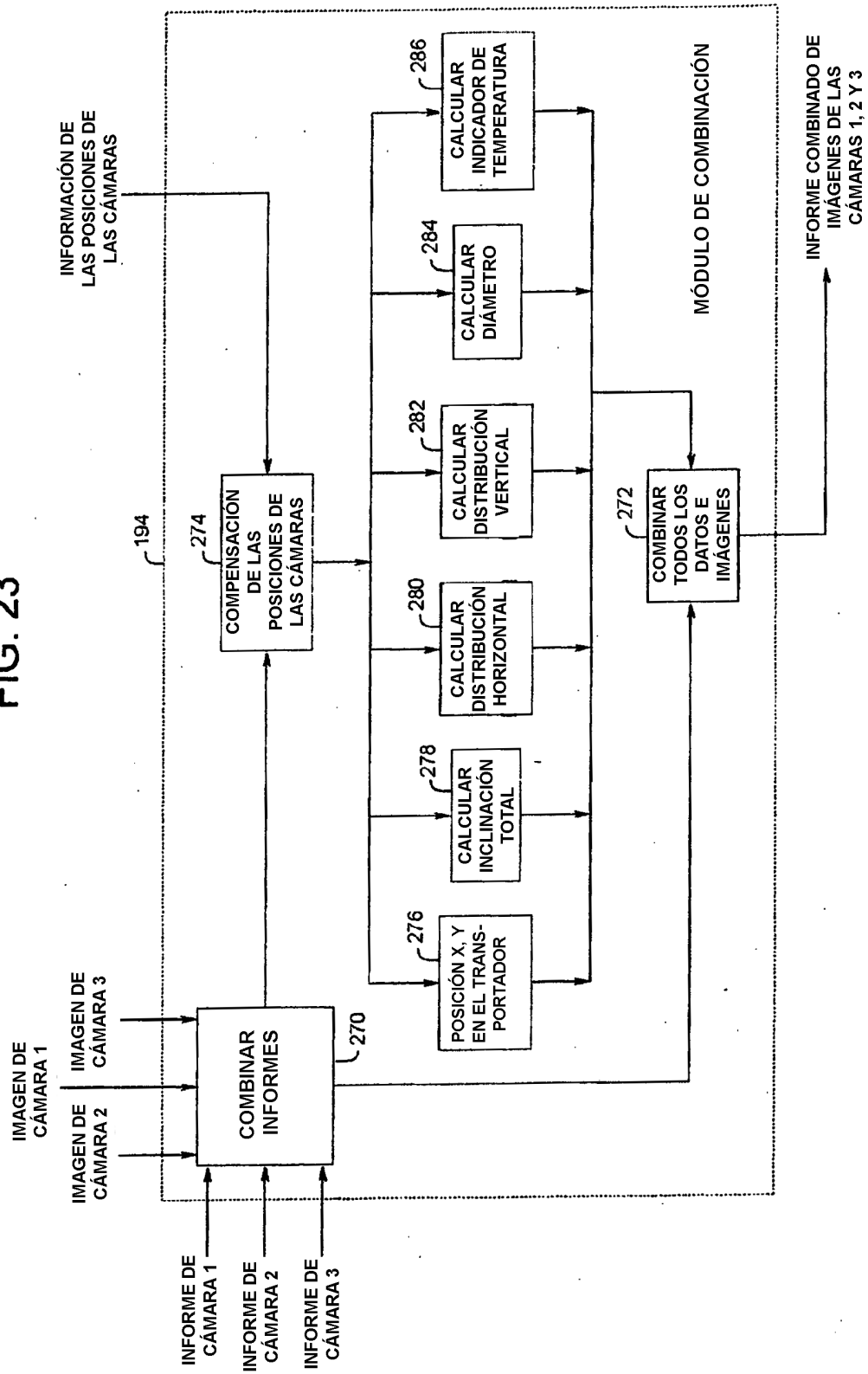


FIG. 23



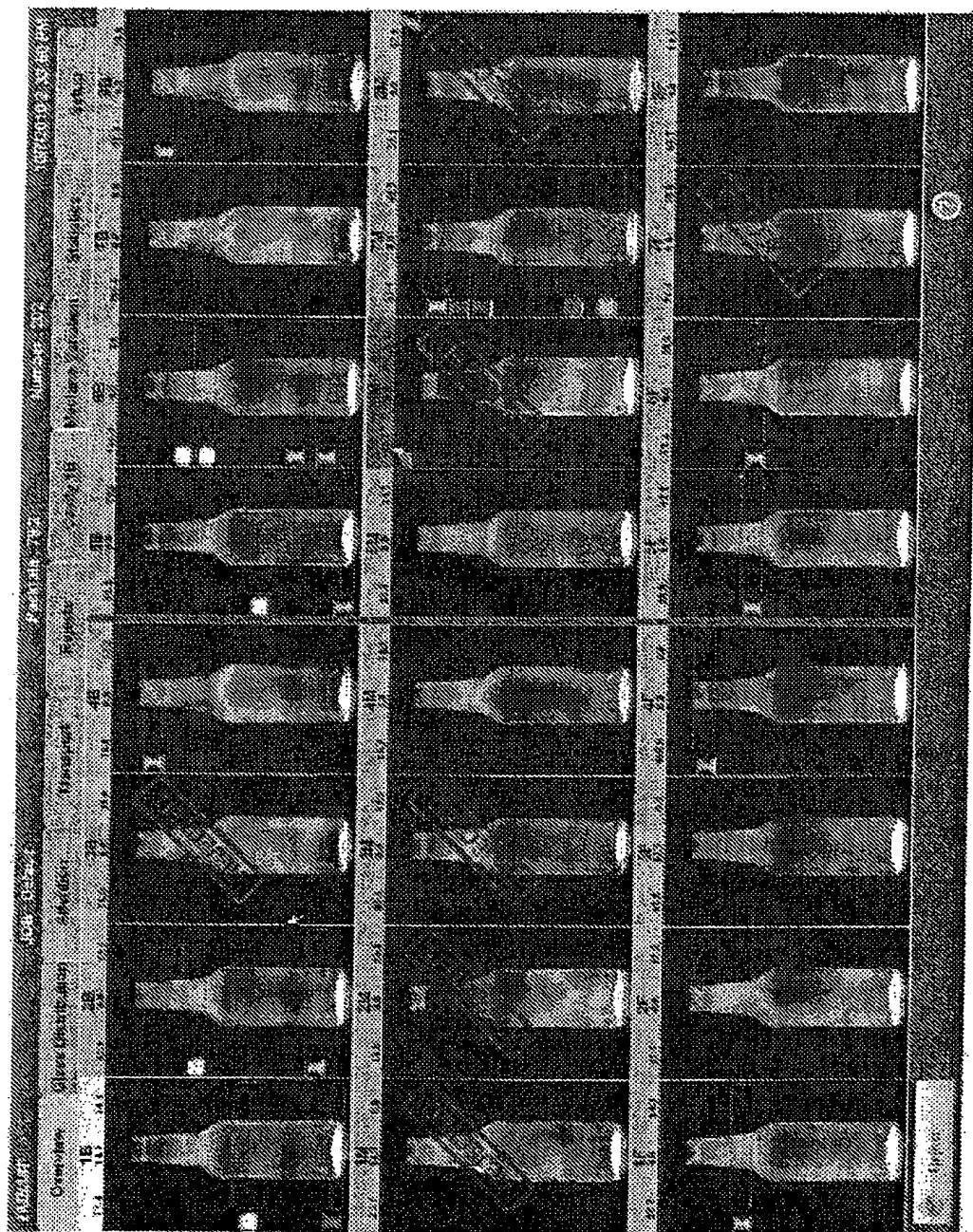


FIG. 25

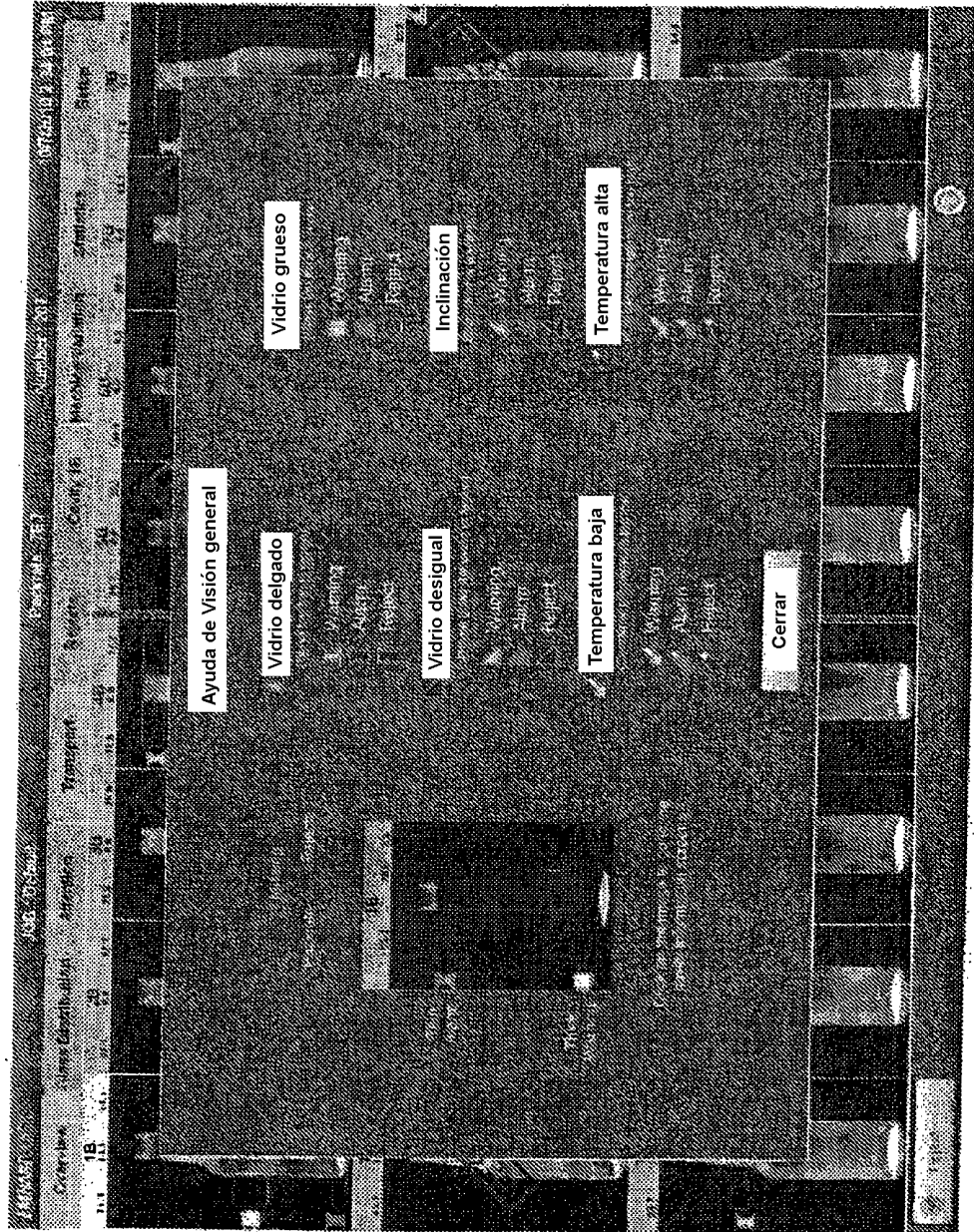


FIG. 26

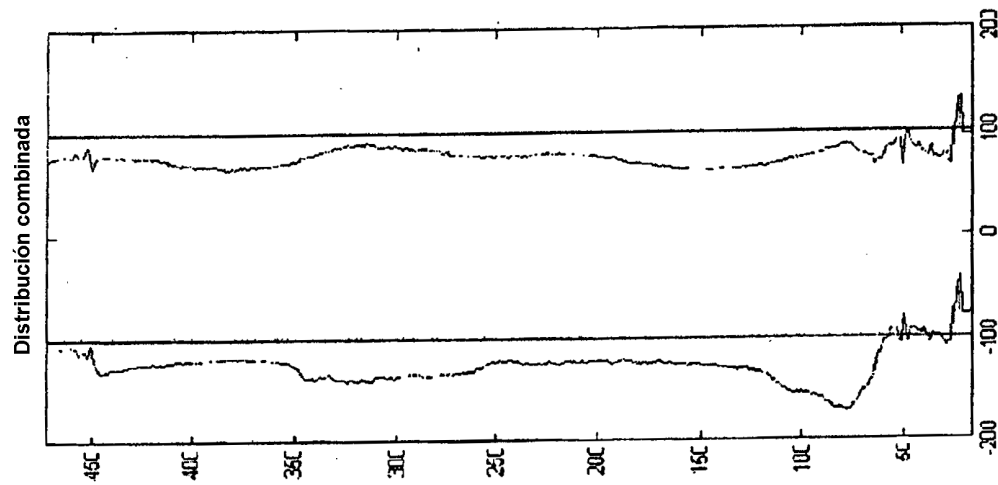


FIG. 27C

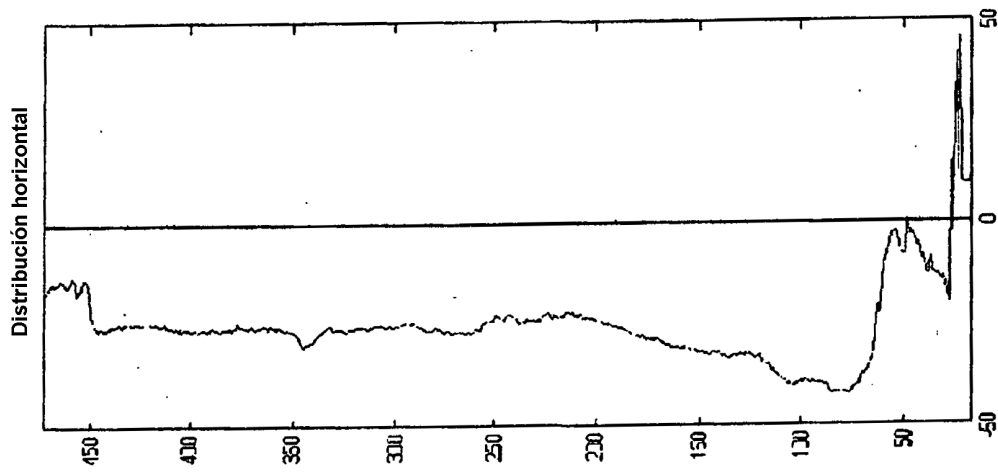


FIG. 27B

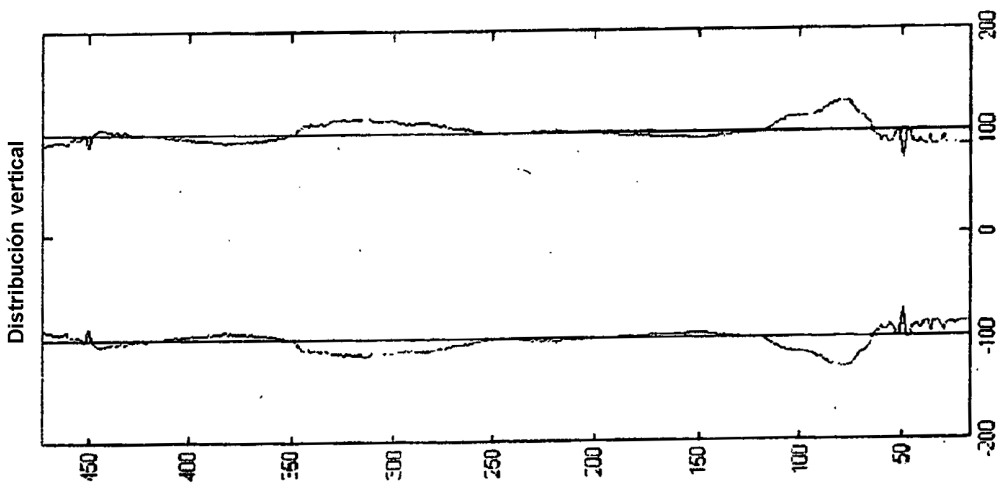


FIG. 27A

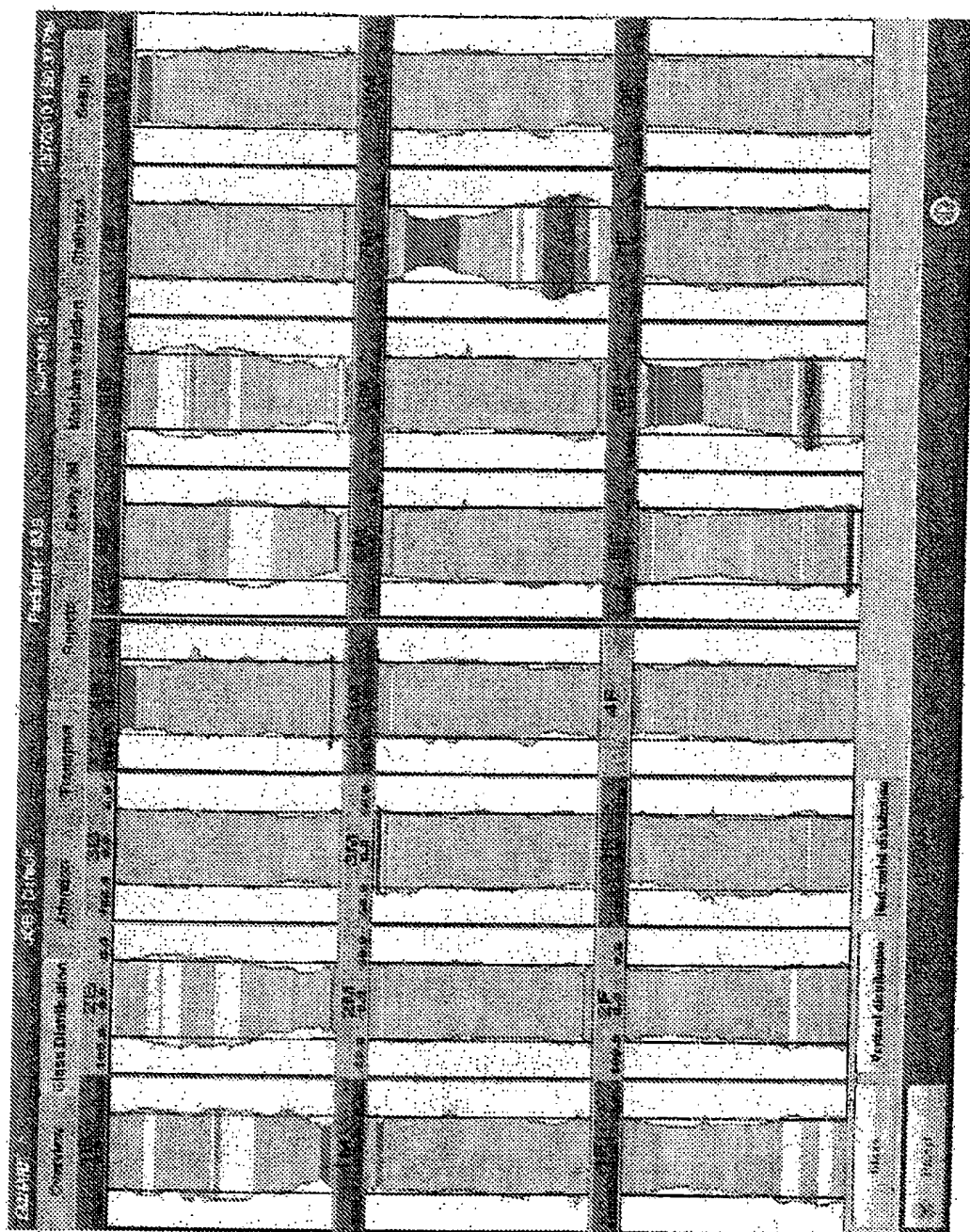


FIG. 28

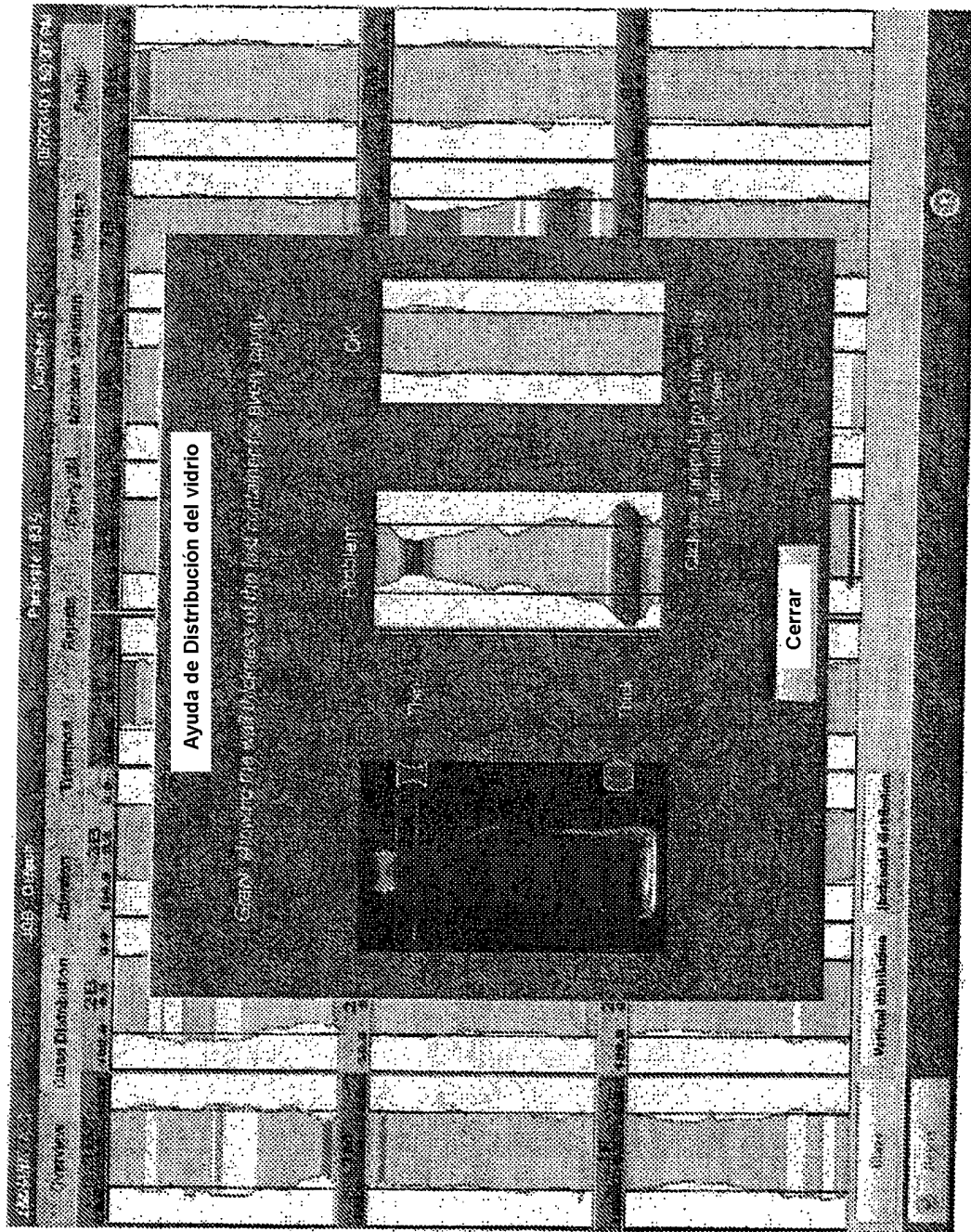


FIG. 29

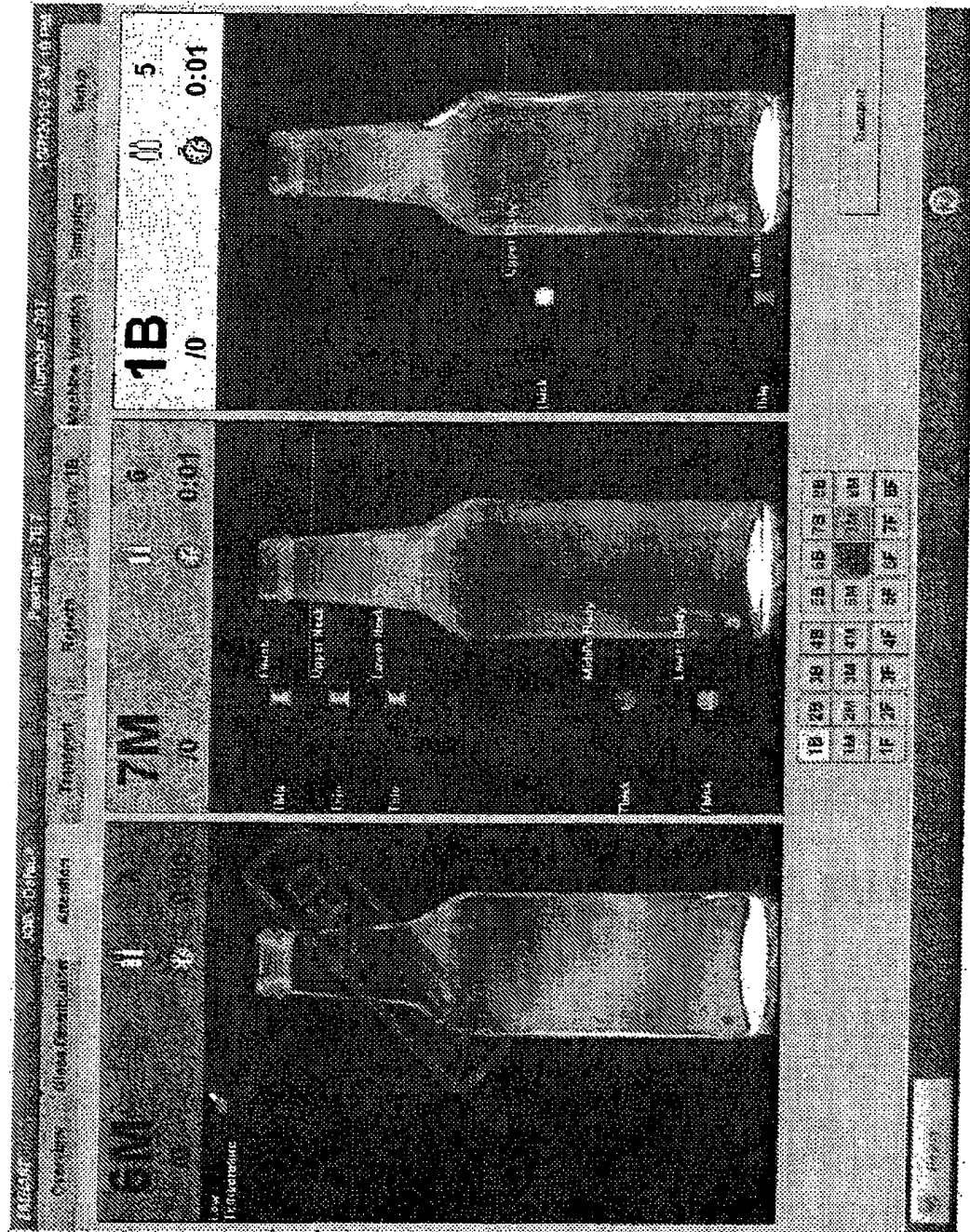


FIG. 30

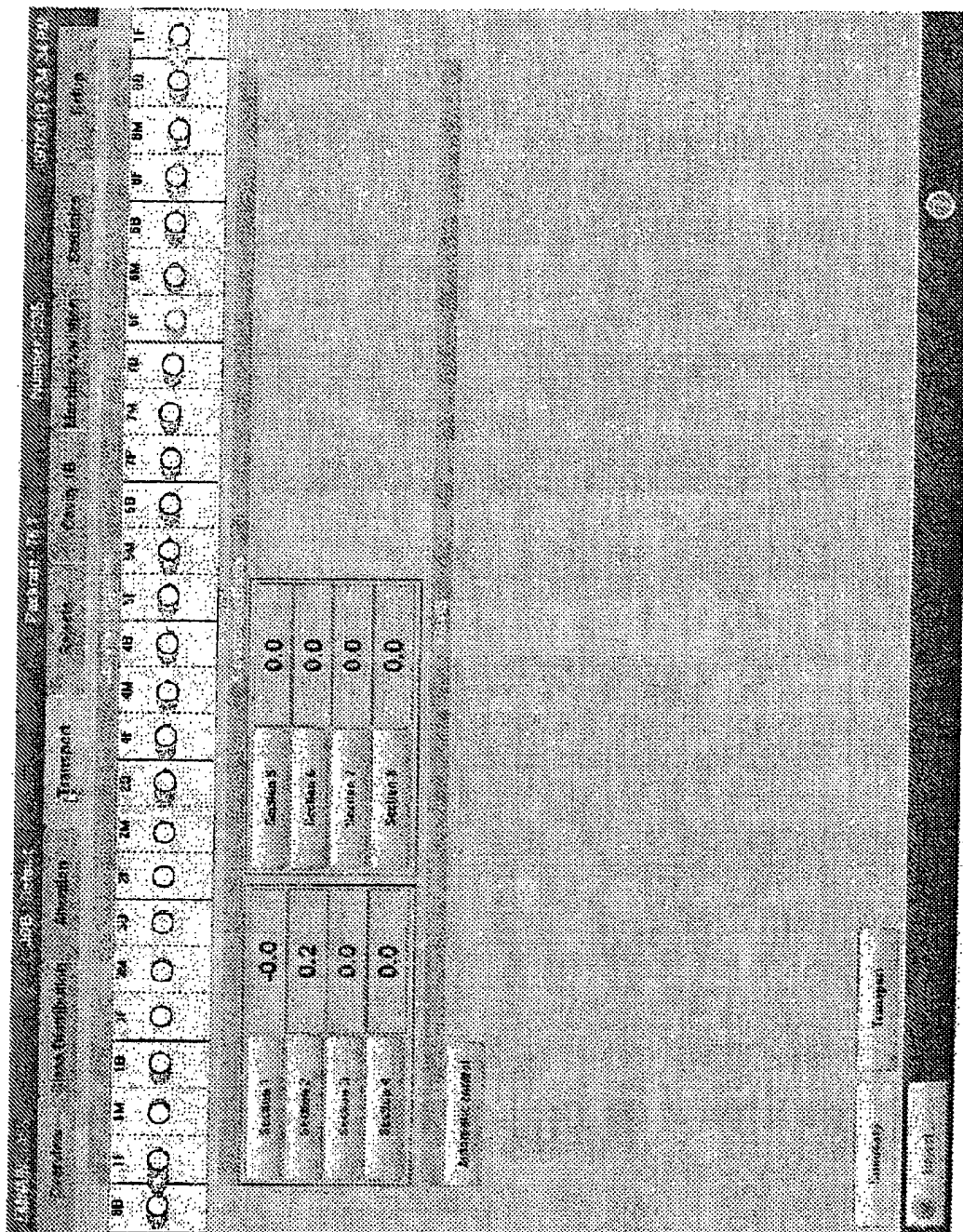


FIG. 31

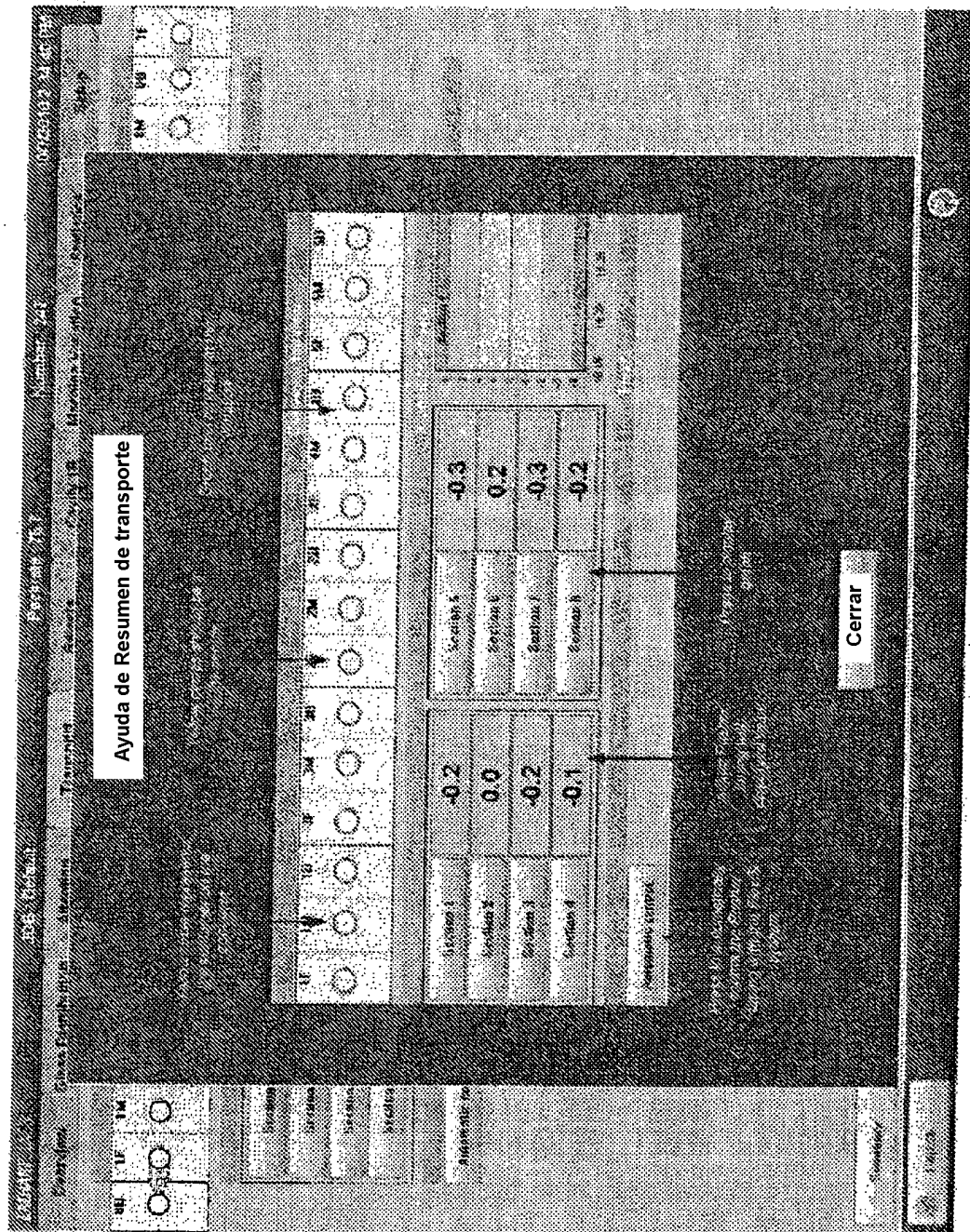


FIG. 32

FIG. 33

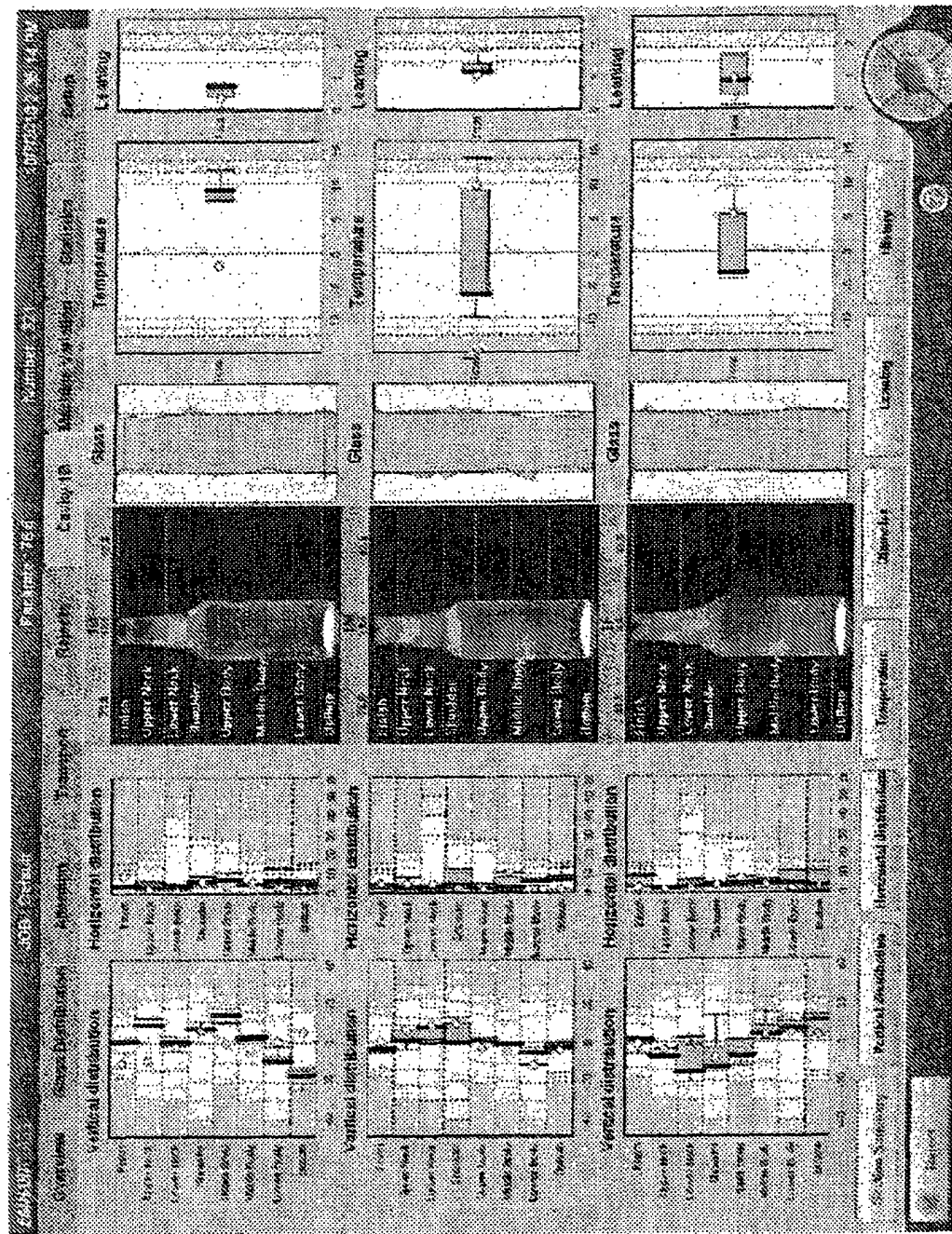


FIG. 34

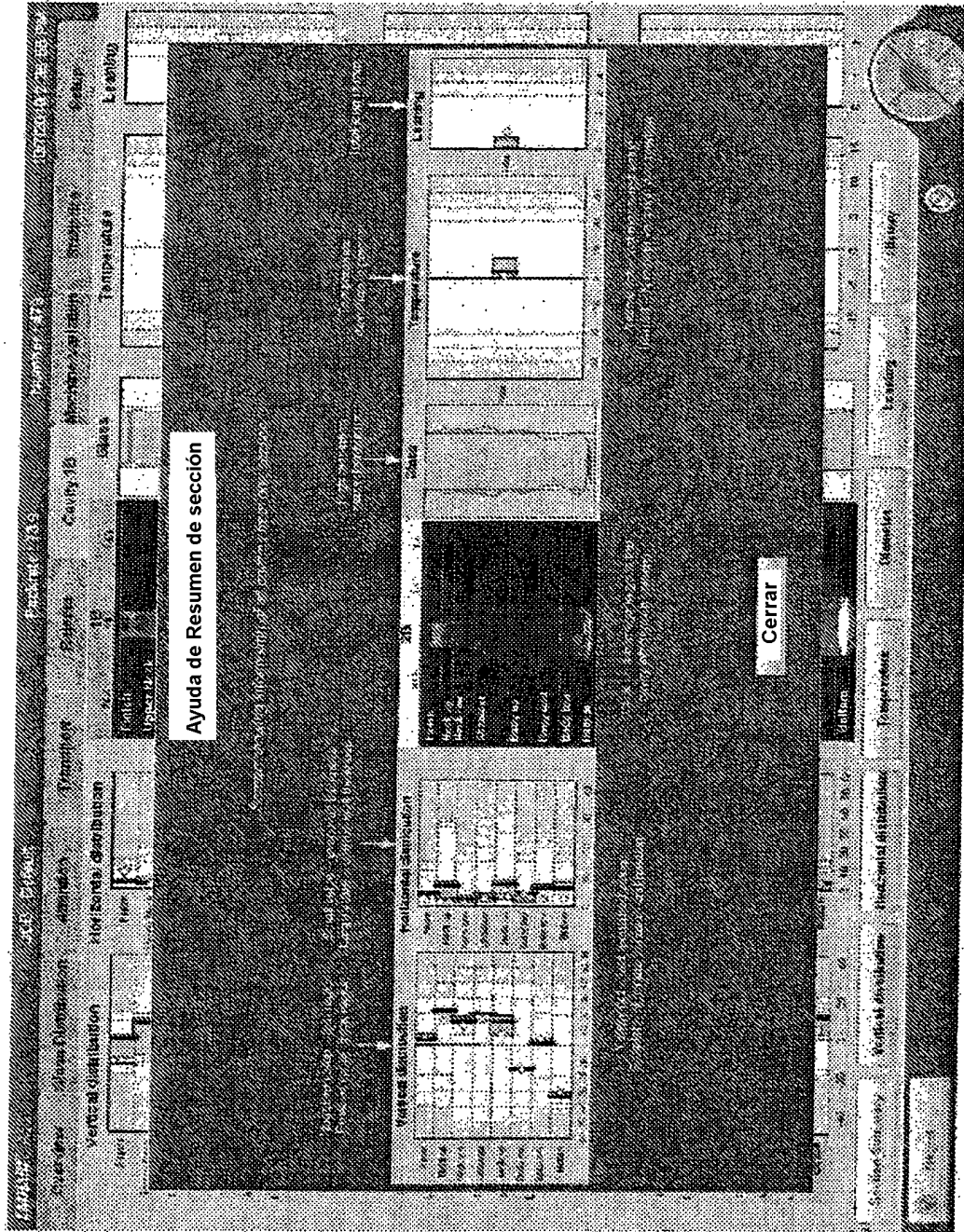


FIG. 35

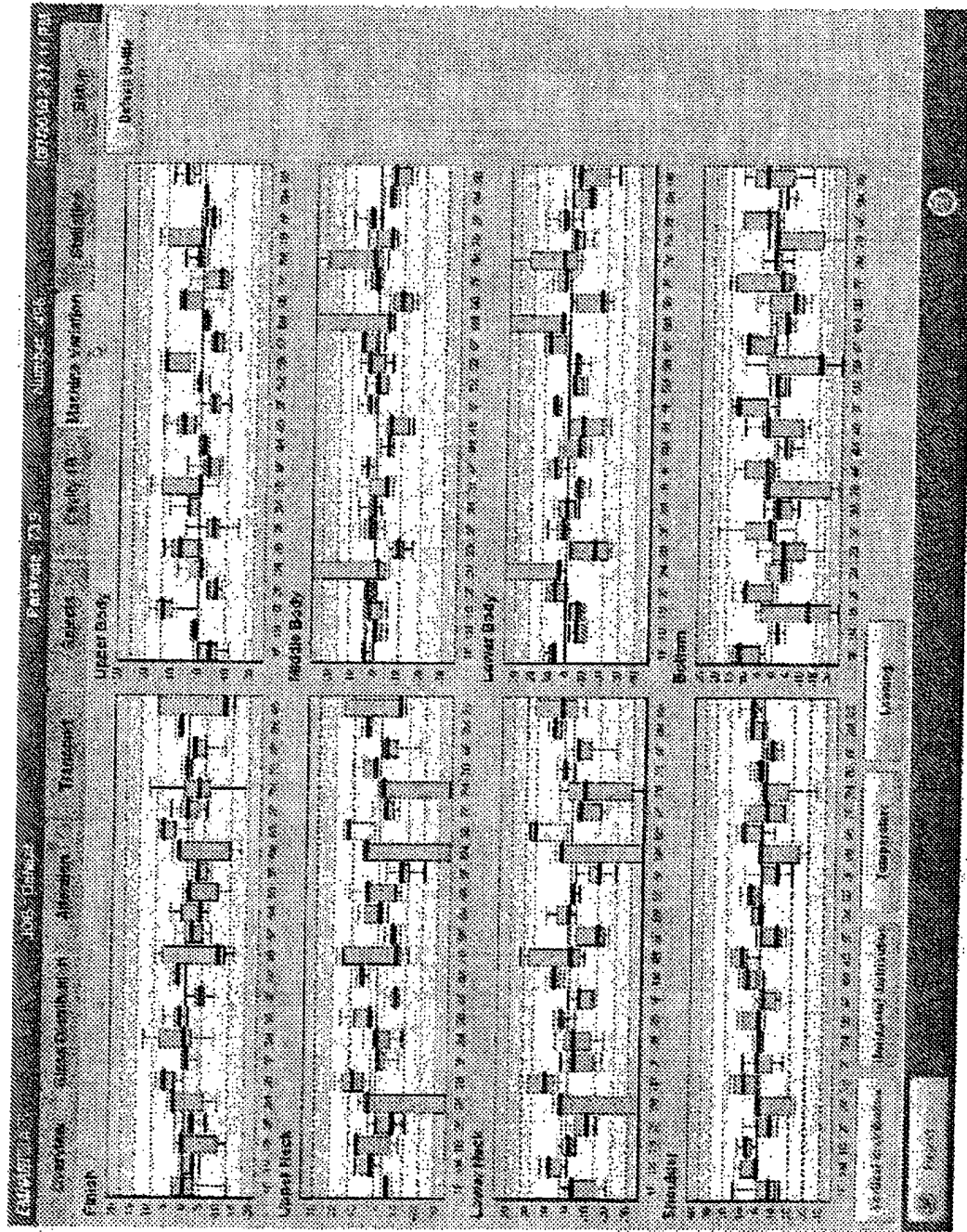


FIG. 36

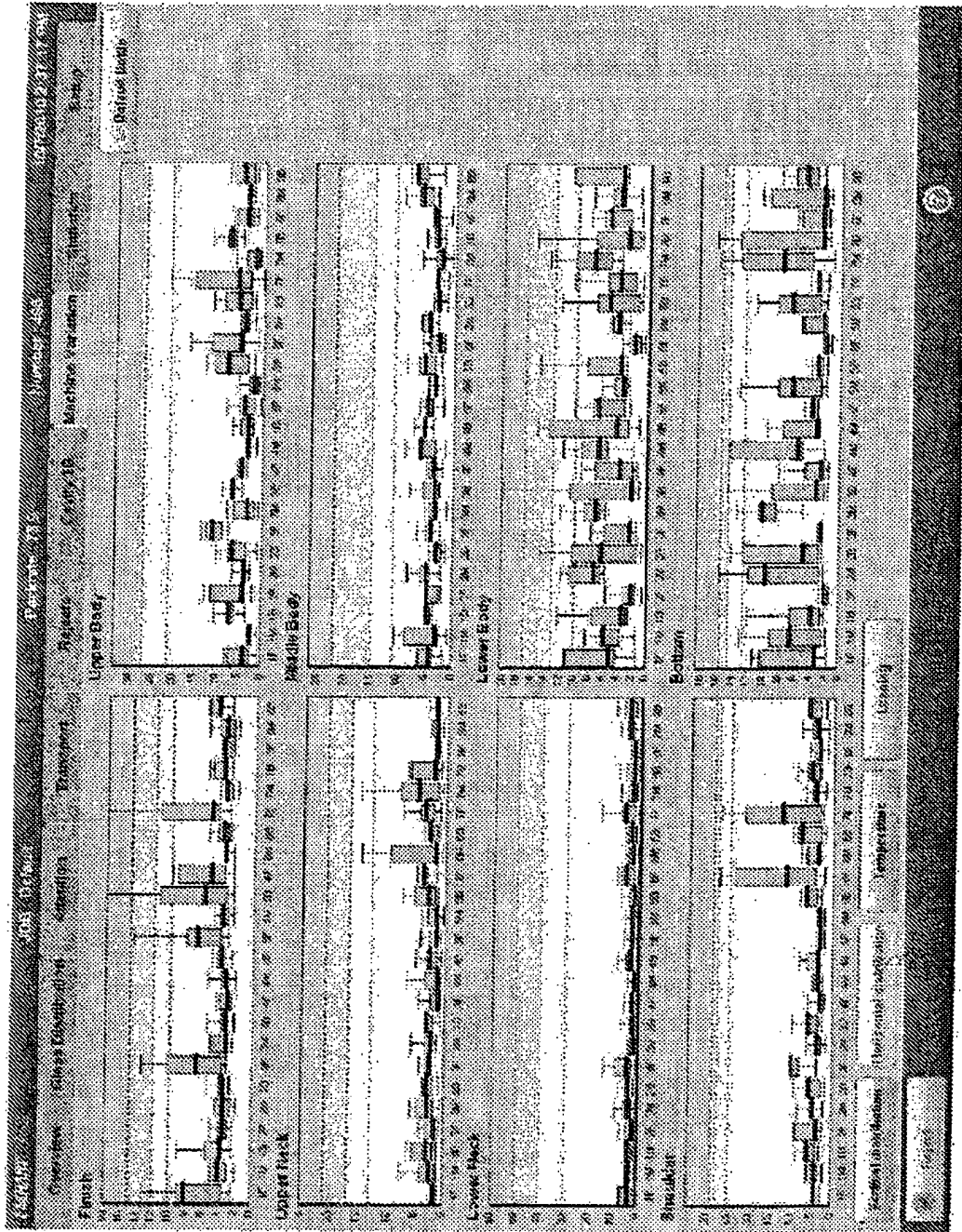


FIG. 37

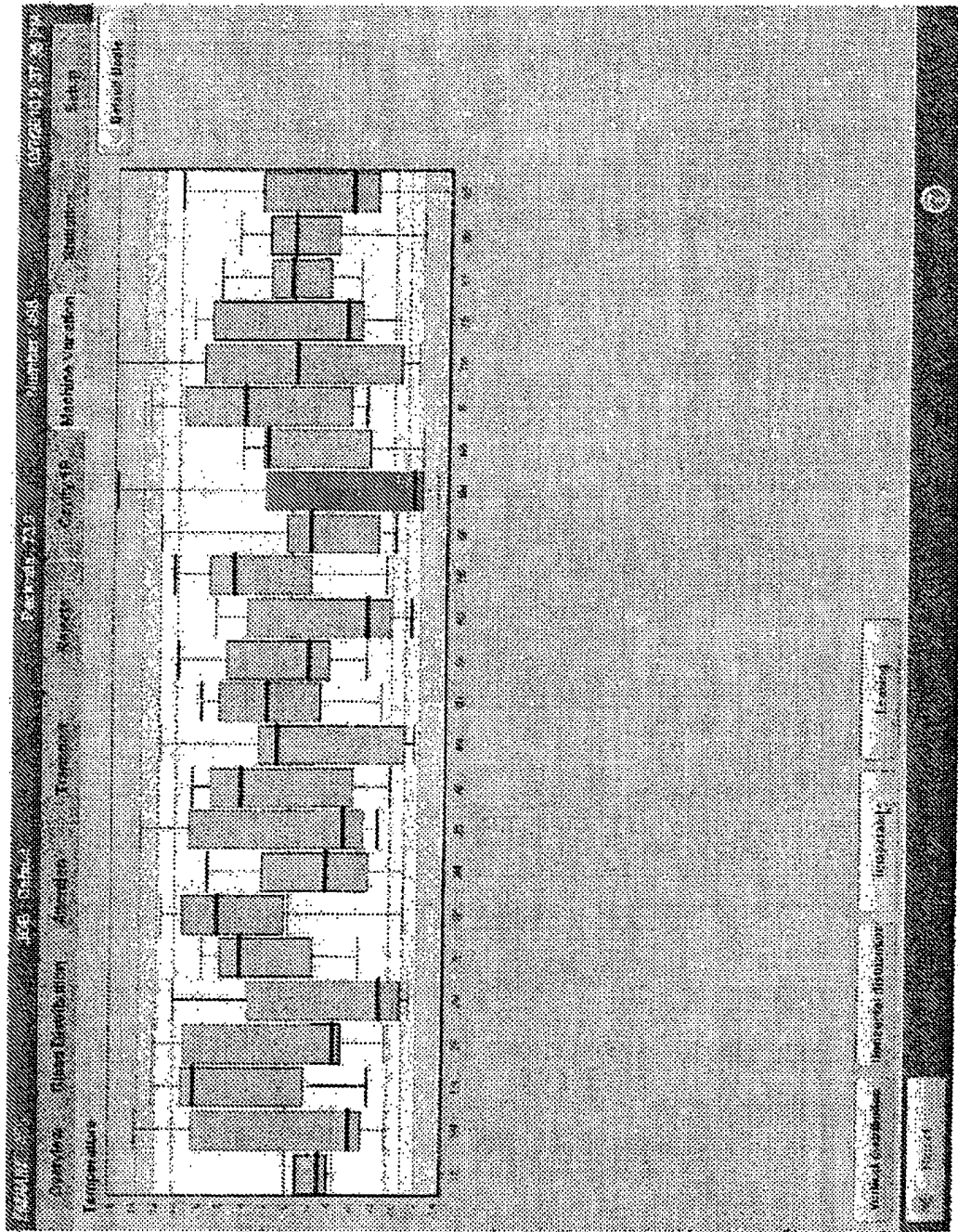


FIG. 38

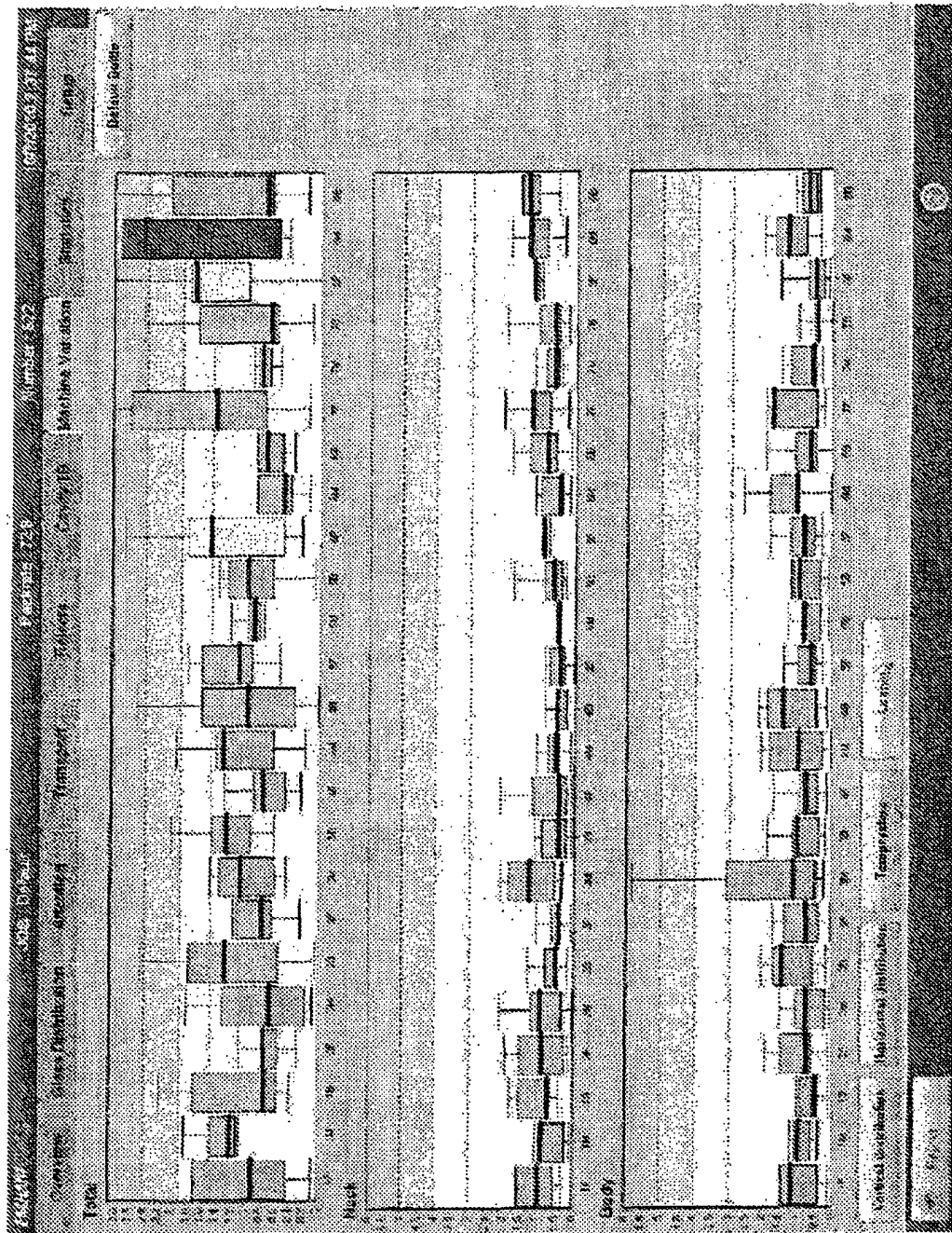


FIG. 39

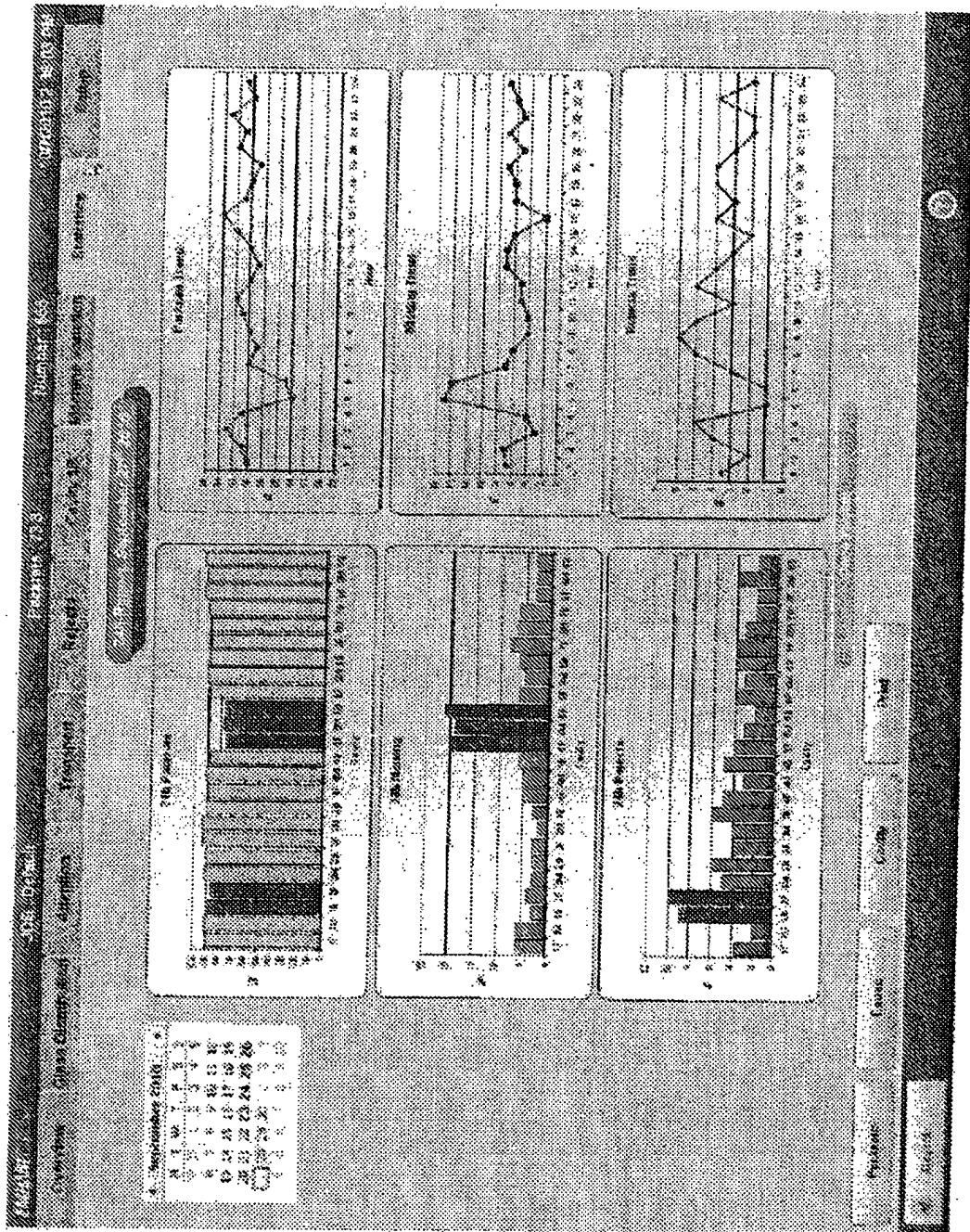


FIG. 40