

# El Controlador Controlado

**LA BRECHA EFECTIVA** | La calidad de las máquinas de inspección de botellas vacías ha mejorado enormemente en los últimos años en cuanto a su exactitud de reconocimiento, gracias a nuevas técnicas en las cámaras, en los sistemas de cálculo y en el mejoramiento del software. Sin embargo, la confiabilidad de los resultados no solo depende de la exactitud de la inspección. Habría que asegurar que las funciones de las diferentes unidades de la máquina estén en regla. Sin un auto-revisión de las funciones de prueba no se puede tener ninguna seguridad absoluta. Siempre existen puntos débiles en el auto-revisión en el área de los componentes ópticos de la inspección. Un procedimiento desarrollado nuevamente para esta revisión cierra esta brecha.

**LA SEGURIDAD DEL PRODUCTO** es una parte elemental del aseguramiento de calidad para todo fabricante de bebidas. Las máquinas inspectoras de botellas vacías contribuyen a esta seguridad por su vigilancia en el proceso de llenado. Solo se puede garantizar la calidad de los resultados cuando se realiza la inspección con una precisión máxima, a la vez de contar con un auto-control del procedimiento de inspección que puede asegurar la confiabilidad del resultado de la inspección.

El auto-control de un sistema complejo como la máquina de inspección de botellas vacías comprende la incorporación de diferentes campos. En primer lugar está el sistema de cálculo, cuyo auto-control permanente se realiza hoy en día a un altísimo nivel, por lo que se puede confiar ciegamente en que no fallará.

## ■ Punto débil: vidrio de protección

Las causas principales de la disminución de la calidad de la inspección son las distorsiones en los componentes ópticos. Suciedades o daños a los vidrios protectores de las fuentes de luz o de las cámaras ocasionan una disminución de la calidad de inspección.

En el caso del vidrio protector de la fuente de luz, en el control del fondo de la botella, por ejemplo, este problema es menos relevante puesto que la mayoría de las máqui-

nas de inspección utilizan discos giratorios que son limpiados continuamente por cepillos. Es recomendable siempre utilizar discos de iluminación de fondo limpiados continuamente. El problema de suciedad es más crítico en los vidrios protectores de la óptica de la cámara. Discos auto-limpiantes serían muy dispendiosos en este caso. Es más, esto no eliminaría del todo el riesgo de una falla de inspección, solo reduciría el riesgo. A estos discos se les hacen exigencias ópticas muy altas. El más pequeño rasguño, o inclusive una gota de agua, reducen la precisión de la inspección sin que pueda ser notado en la foto tomada por la cámara.

La única manera de resolver el problema del ensuciamiento de los vidrios protectores de la óptica de la cámara es mediante una vigilancia constante. De esta manera se podrán descubrir y apartar suciedades.

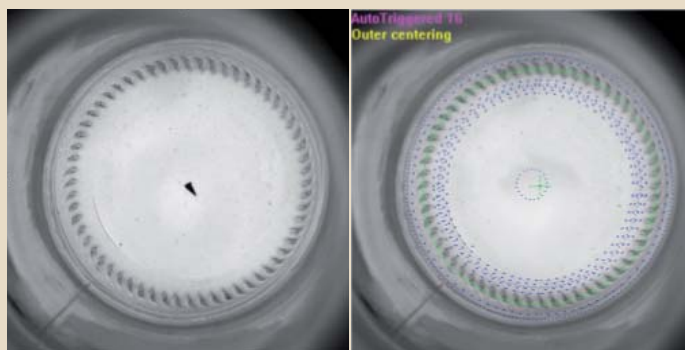
## ■ La auto-vigilancia mediante botellas de prueba

El control mediante botellas de prueba es un procedimiento elemental muy conocido y apreciado. Un programa para botellas de prueba es pedido periódicamente por la calculadora de la máquina de inspección. Las botellas de prueba pueden ser distinguidas por una lámina de reflejo en el cuello de la botella, justamente debajo del pico, o por un anillo "trasponder" integrado a la botella. Si una botella de prueba, provisto de una mancha en la parte inferior de la botella, por ejemplo, se inserta en el flujo de botellas, el inspector notará por la marca que se trata de una botella de prueba. Cuando se detecta el defecto patrón, se considera que se ha satisfecho el programa de botellas de prue-



**Autor:** Dipl. Ing. Michael Horst, Sistema de inspección miho, Göttingen, Alemania

**Fig. 1 & 2**  
Izq.: El control del fondo revela un pequeño fragmento (triángulo negro) en el fondo de una botella;  
der.: Gotas de agua sobre el vidrio protector impide que la cámara detecte el fragmento



ba. Cuando todas las botellas de prueba han sido detectadas por el inspector de botellas vacías se termina la prueba, para luego recomenzar dentro de un tiempo estipulado por el usuario. Si una botella de prueba no es detectada por la máquina, es retirada del flujo de botellas a mano y se toman medidas para corregir la falla.

### Puntos problemáticos del procedimiento con botellas de prueba

El procedimiento con botellas de prueba padece de dos puntos débiles. Uno es que es una prueba periódica, de hora en hora, por ejemplo, por lo que una falla no sería detectada hasta pasar la siguiente botella de prueba. De haber disminuido la precisión de detección de suciedad en el fondo, al conocerse de esta falla habría que reinspeccionar los fondos de todas las botellas envasadas desde el último chequeo con botellas de prueba. Con una capacidad de 30 000 b/h, eso significaría reinspeccionar 30 000 botellas si el chequeo se realiza a cada hora. Una tarea inmensa.

Otro problema es ocasionado cuando solo se daña una parte del sistema óptico. Podría darse el caso que el control del fondo sigue perfectamente pero otras partes del control tienen fallas. La figura 1 muestra una falla en el fondo (fragmento de vidrio) teniendo una gota de agua en el vidrio protector de la cámara. La falla es bien visible a pesar de la gota de agua, pero se ve en la figura 2 que al girar la botella la falla casi no se ve.

Para evitar este tipo de problema se ha desarrollado un procedimiento con botellas de prueba utilizando botellas especiales de prueba que contienen un gran número de defectos. El inspector no solo determina que todos los defectos han sido detectados, sino que incluso determina con que grado de seguridad los detecta. Si el disco de protección del control del fondo de la cámara está sucio, por ejemplo, se verá disminuido el contraste entre el fragmento oscuro y el fondo transparente de la botella de prueba. Al consultarse con valores de referencia, dicha disminución de contraste podría exigir un mantenimiento del inspector o su parada inmediata, según la gravedad del caso.

El procedimiento con botellas especiales de prueba tiene la ventaja que se puede realizar la evaluación de la calidad de detección del inspector con mucho menos botellas. Se mantiene el problema de que solo se detecta



**Fig. 3 Estructura de la unidad de control de fondos: (1) Cámara, (2) Objetivo, (3) Disco protector de vidrio, (4) Pedazo de suciedad, (5) Fuente de luz, (6) Disco distribuidor de la luz**

una falla después que puede haber pasado mucho tiempo desde que comenzó a fallar, lo que requeriría una reinspección de todas las botellas envasadas desde la última prueba aprobada.

### El control mediante la revisión de tendencias

Otro procedimiento para el auto-control es la revisión por tendencias, donde se detectan agrupaciones inusuales o una disminución regresiva en las tasas de detección para concluir que la calidad de la inspección ha disminuido. También se pueden

tomar conclusiones en cuanto a la calidad de la inspección cuando se notan cambios permanentes en la información de las imágenes, tal como cambios en el contraste o en la luminosidad.

Este procedimiento estadístico en uso continuamente es muy basto, por lo que podría no detectarse, bajo ciertas circunstancias, fallas en el funcionamiento ocasionadas por perturbaciones de los componentes ópticos, tales como pequeñísimas gotas de agua o daños en los discos protectores de vidrio. Por otro lado, siempre quedaría la interrogante, cuando la vigilancia por tendencias señala un fuerte aumento en el número de botellas sucias, si es que realmente ocurre un gran número de botellas mal lavadas—por un bajón en la concentración de sosa cáustica, por ejemplo—o si es una falla del inspector de botellas vacías.

### Un procedimiento nuevo para la auto-revisión

La empresa Miho Inspektionssysteme ha desarrollado un nuevo procedimiento para la revisión de componentes ópticos de máquinas de inspección de botellas vacías, el miho AIM. Se aplica en la vigilancia de procedimientos de inspección a trasluz (luz transmitida), como, por ejemplo, en la revisión del control de fondos. Evita las desventajas del procedimiento con botellas de prueba, en cuanto es menos engorroso y es un control prácticamente continuo. Es también mejor que la revisión por tendencias en cuanto detecta hasta la falla más pequeña del sistema óptico, como podría ser en el disco protector. El sistema avisa para que sea limpiado el vidrio protector de la cámara al detectar la más mínima perturbación. Gracias al descubrimiento de incluso las perturbaciones más pequeñas. Esto exigiría que se tomaran precauciones para limpiar las lentes de las cámaras; de esta manera existe un aviso para practicarle un mantenimiento mientras aun tiene una calidad de inspección aceptable.

### Principio general de funcionamiento

Al no encontrarse ninguna botella debajo del inspector, por existir una brecha en la corriente de botellas, se genera una imagen patrón mediante una iluminación especial del fondo. Si la cámara nota que la imagen es parcialmente distorsionada, se puede su-

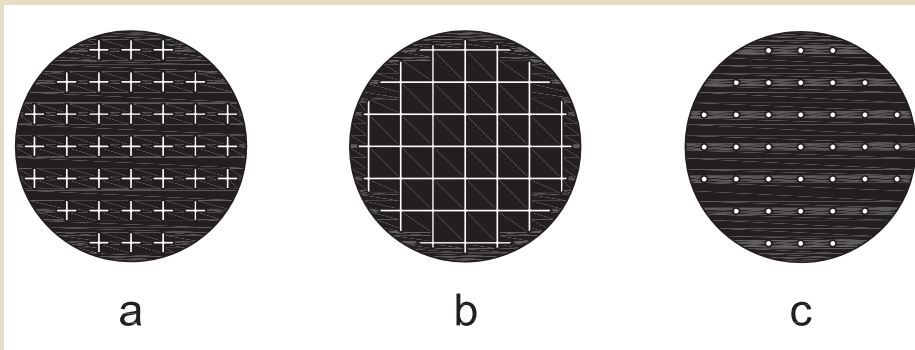


Fig. 4 El disco distribuidor de la luz como generador de imagen patrón, con cruces de luz (4a), líneas (4b) o puntos (4c)

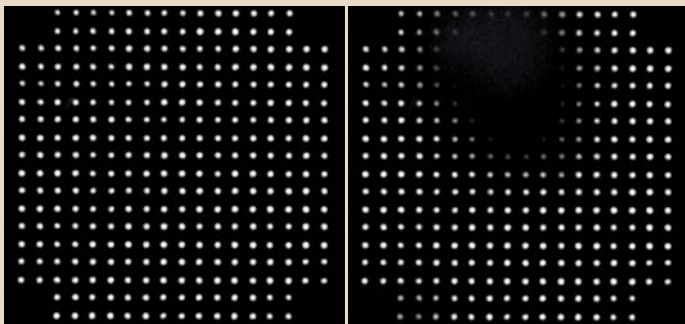


Fig. 5 Modificación de un patrón de puntos en caso de un trastorno: izq.: sin gotas de agua; der.: con gotas de agua

poner que existe una falla en el sistema óptico, como por ejemplo en el disco protector.

En la figura 3 se muestran los principales componentes del elemento de control del fondo. La cámara con su objetivo ve a través del disco protector de vidrio y pasa por la boca de la botella hasta el fondo, donde se encuentra con una suciedad. El fondo de la botella es iluminado por una fuente de luz, donde la luz es dispersada uniformemente por un disco de vidrio lechoso.

El disco dispersador de luz con su correspondiente fuente de luz está configurado de manera que cumple con una doble función:

- Como un fuente de luz uniforme para el control del fondo;
- como un generador de una imagen patrón para la auto-vigilancia.

La figura 4 muestra un posible generador de imagen patrón para el disco dispersador de luz. Estas son cruces de luz (a), pero también podrían ser cruces claras sobre fondo oscuro, o líneas (b) o puntos (c).

#### ■ Control constante

El procedimiento para la vigilancia del inspector es el siguiente: Siempre se toma y evalúa una imagen del generador de la

imagen patrón cada vez que existe un espacio vacío entre la corriente de botellas vacías siendo inspeccionadas, quedando vacío el espacio encima del sistema de iluminación. A cada rato existe dicho espacio vacío, mayor que el diámetro de una botella, pero también se puede generar este espacio periódicamente, digamos a cada minuto, por el control del sistema de transportador. El espacio vacío sería reconocido por el inspector, generándose instantáneamente una imagen del generador de imágenes patrón.

El calculador del procesador de imágenes del inspector compara la imagen generada en este vacío con una imagen de referencia. La imagen almacenada al iniciar la operación de la cadena muestra al generador de patrones una imagen tomada por un disco protector limpio y no distorsionado, tomado por una cámara ajustada ópticamente, es decir, bajo unas condiciones inmejorables. De haber diferencias entre la imagen tomadas en el vacío en la cadena con la imagen de referencia esto querrá decir que existen perturbaciones del sistema óptico. La figura 5 muestra un caso específico, como un patrón de puntos se puede variar en caso de un fallo de funcionamiento. En este ejemplo se encontraba una pequeña gota de agua debajo del vidrio protector de la cámara del control de fondo. La imagen a la izquierda fue tomada sin ninguna perturbación del sistema óptico, mientras que la de la derecha fue tomada con una pequeña gota de agua. Muchos de los puntos no son visibles, otros parecieran desplazados de su posición.

La calidad de la inspección queda limitada en este caso y partes del fondo de la botella no serían inspeccionadas. Se exigirá que las botellas que han sido inspeccionadas desde el penúltimo chequeo del sistema sean inspeccionadas nuevamente. En cuanto los intervalos entre estos chequeos es muy corto, serían muy pocas las botellas que han de ser reinspeccionadas.

Componentes ópticos desajustados o sucios son hoy en día la principal causa de fallas en la inspección. Este nuevo procedimiento para controlar al controlador es efectuado con una precisión nunca antes visto. Debido a que la auto-vigilancia se realiza prácticamente de forma permanente, se pueden descubrir las perturbaciones rápidamente y estas pueden ser corregidas fácilmente. De esta manera se ha cerrado un vacío en la seguridad de inspección. ■



Fig. 6 Inspección de botellas vacías lavadas con nueva técnica de auto-control