


















Principios de control de peso

Elaboración de un programa eficaz

METTLER TOLEDO

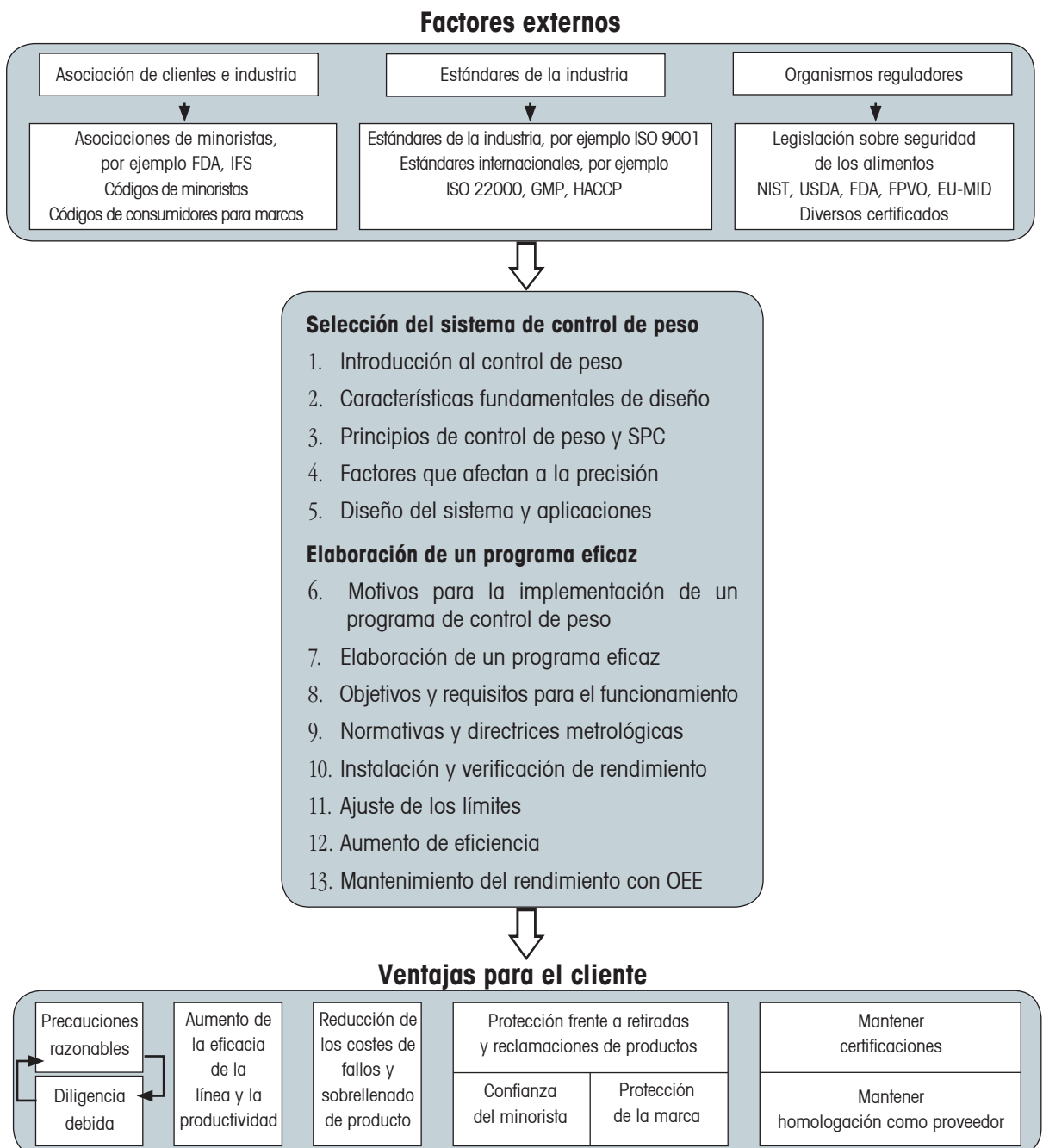
	Página
 Introducción	2
Selección del sistema de control de peso	
 Capítulo 1. Introducción al control de peso	4
 Capítulo 2. Características fundamentales de diseño	10
 Capítulo 3. Principios de control de peso y SPC	16
 Capítulo 4. Factores que afectan a la precisión	24
 Capítulo 5. Diseño de los sistemas y aplicaciones	28
Elaboración de un programa eficaz	
 Capítulo 6. Motivos para la implementación de un programa de control de peso	36
 Capítulo 7. Elaboración de un programa eficaz	38
 Capítulo 8. Objetivos y requisitos para el funcionamiento	40
 Capítulo 9. Normativas y directrices metrológicas	46
 Capítulo 10. Instalación y verificación de rendimiento	50
 Capítulo 11. Ajuste de los límites	54
 Capítulo 12. Aumento de eficiencia	58
 Capítulo 13. Mantenimiento del rendimiento con OEE	62
 Capítulo 14. Glosario	66

Introducción

La mayoría de los fabricantes y procesadores reconocen la necesidad de controladoras de peso en las industrias alimentaria, farmacéutica, de bebidas y de transporte/logística, así como en las industrias química, de la automoción y del metal, como un elemento clave para un régimen de garantía de calidad eficaz. En un mercado cada vez más competitivo, las controladoras de peso resultan decisivas para satisfacer las necesidades en constante cambio de los clientes y para cumplir los reglamentos y las normas locales sobre Pesos y Medidas.




La instalación de una controladora de peso no garantizará la producción de un buen producto a menos que se ejecute como parte de un programa general de control de peso que incluya objetivos específicos, resultados previstos y métricas de medición bien definidas. El objetivo de esta guía es ayudar a los fabricantes a elaborar tales programas.

Con un programa de control de peso eficaz se protege el sistema de posibles fallos y retiradas del producto, se cumplen las directrices locales de Pesos y Medidas y se reducen los costes globales de funcionamiento. Asimismo si se produjera una reclamación legal o una auditoría, el programa sería una prueba de que se han tomado medidas razonables y se ha trabajado con la diligencia debida en todo el proceso de fabricación. En el siguiente diagrama se resumen las normas relacionadas con los programas de detección de metales y las ventajas que se obtienen cuando estos se implementan.



Esta guía es el mejor punto de referencia para cualquier persona involucrada en la industria del envasado, ya que ofrece un análisis de todos los aspectos implicados en el control de peso, desde los conceptos básicos hasta la implementación de un programa completo. La primera parte de esta guía, "Selección del sistema de control de peso" trata todos los aspectos del diseño y la funcionalidad de la controladora de peso. La segunda parte se titula "Elaboración de un programa eficaz" y guía a los planificadores de procesos y diseñadores de fábrica a lo largo del proceso de configuración y administración del programa. Esta sección termina con una importante explicación sobre cómo mantener el programa a largo plazo.

Los símbolos siguientes se utilizan en toda esta guía para llamar la atención sobre determinados puntos de interés.

Símbolo	Descripción
	Advertencia: práctica operativa que puede ocasionar el funcionamiento o uso incorrecto de la controladora de peso.
	Práctica recomendada: práctica operativa que se considera óptima en el momento de la publicación.
	Registro: indica los registros que se deben crear y mantener para demostrar la eficacia del funcionamiento de la controladora de peso.

Capítulo 1

Introducción al control de peso

Para poder tomar decisiones informadas sobre qué sistema de control de peso se va a utilizar, es importante comprender cómo funcionan. En este capítulo se presenta una descripción general básica que iremos conformando en capítulos posteriores para comprender mejor la tecnología del control de peso, así como las funciones y prestaciones de los equipos.

1.1 Control de calidad

Las controladoras de peso se utilizan como parte de los programas de control de calidad y suponen una protección tanto para el fabricante como para el consumidor:

- Los fabricantes se aseguran de que proporcionan productos que cumplen la normativa nacional y que contienen la cantidad correcta de ingredientes o piezas, y además obtienen el máximo partido de sus materias primas.
- Los consumidores están seguros de recibir un producto de alta calidad que se ha verificado y que, por lo tanto, incluye todos los ingredientes o piezas especificados en la etiqueta.

El uso de controladoras de peso fomenta la confianza entre los fabricantes y los consumidores porque garantiza que se observan y se cumplen estrictos estándares de calidad durante todo el ciclo de producción.

Por definición, una controladora de peso es un sistema que pesa artículos mientras pasan por una línea de producción, los clasifica por zonas de pesaje predefinidas o los rechaza en función de su clasificación. Las controladoras de peso pesan el **100%** de los artículos de una línea de producción y proporcionan una visión general completa de los datos de producción, como los recuentos de producción, seguimiento de lotes, pesos totales, pesos admitidos y pesos rechazados.

"En términos sencillos, una controladora de peso pesa, clasifica y discrimina artículos por el peso"

Además, las controladoras de peso sirven para aumentar la calidad de los productos y optimizar el proceso a fin de mantener los costes bajo control, eliminar productos desperdiciados y aumen-

tar así los beneficios. Los fabricantes pueden utilizar los datos y las métricas proporcionados por las controladoras de peso para garantizar que se minimicen los casos de sobrellenado, lo que mantiene los costes de producción en los niveles previstos.

1.1.1 Usos habituales de una controladora de peso

Las controladoras de peso se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, entre ellas:

- Comprobar que los paquetes no pesen más o menos de lo previsto
- Garantizar el cumplimiento de la legislación sobre peso neto en las mercancías preenvasadas
- Comprobar la presencia de componentes en un paquete; por ejemplo, etiquetas, instrucciones, tapas, folletos o productos
- Verificar el recuento por peso comprobando si en una caja falta un envase de cartón, una botella, una bolsa o una lata
- Comprobar los límites de peso en las mezclas de los paquetes para mantener los estándares establecidos de la relación de sólido a líquido
- Reducir el sobrellenado de producto utilizando los totales de la controladora de peso para determinar los ajustes del llenado
- Clasificar los productos en zonas de pesaje para establecer categorías de tamaño o calidad o porcionado
- Garantizar que el producto cumple las especificaciones de los clientes, las asociaciones o los organismos
- Pesaje del peso neto puro con sistemas de pesaje tara/bruto
- Pesar antes y después de un proceso para comprobar los resultados de éste



- Cumplir las normas USDA, FDA, OIML, FPVO y otros estándares de informes de calidad
- Medir la eficiencia de la línea de producción y crear informes sobre ésta

1.1.2 Usos estadísticos de una controladora de peso

Gracias a la tecnología actual, las controladoras de peso son más fiables y más precisas. La información que un equipo de control de calidad podía obtener antes manualmente, se puede recopilar ahora en mucho menos tiempo mediante la controladora de peso.

Ejemplo: Imaginemos una línea con una productividad de 100 paquetes por minuto. Si se muestrean 15 paquetes por hora, ¿qué porcentaje de la producción total se muestrea? En 60 minutos, $60 \times 100 = 6000$ paquetes pasan por la línea de producción. 15 paquetes son sólo $15/6000 = 0,25\%$. Con un tamaño de muestra tan pequeño, la importancia estadística es muy poco significativa, ya que el 99,75% no se inspecciona. Una controladora de peso pesa automáticamente el 100% de los paquetes de la línea y puede reaccionar inmediatamente si detecta una tendencia negativa o un problema.

El valor principal de la controladora de peso es que consigue un muestreo del 100% en comparación con el muestreo fuera de línea aleatorio.

Entre los usos estadísticos de una controladora de peso, se encuentran:

- Analizar la producción por zona de pesaje o clasificación
- Utilizar tres o más zonas para obtener una información detallada del peso
- Supervisar la eficiencia de la producción general mediante el recuento total y el peso total (figura 1.1)
- Supervisar la eficiencia de la velocidad de producción general (paquetes por minuto)
- Supervisar la desviación típica para alertar al operario o a la llenadora de una condición o tendencia que no debe tolerarse

- Guardar los documentos impresos sobre la producción como registro de valores para presentarlos ante la dirección y los organismos reguladores
- Analizar el rendimiento del cabezal de la llenadora, tanto en las llenadoras de un solo cabezal como en las de varios cabezales
- Imprimir o acumular pesos de producción individuales o totales de un día, un turno, una hora, un lote, o recopilar e imprimir un ciclo de producción
- Supervisar pesos a corto o a largo plazo o individuales y el rendimiento de la llenadora mediante estadísticas
- Proporcionar gráficas de control de proceso estadístico (SPC; Statistical Process Control) para retroalimentación manual y los ajustes del proceso
- Proporcionar SPC para el control de bucle cerrado, la retroalimentación y los ajustes de procesos automáticos
- Vincular los datos de la línea de envasado con sistemas de control e información aguas arriba
- Interconexión con sistemas de negocio, PLC (controladores lógicos programables) y sistemas SCADA para vincular la controladora de peso con el proceso de producción, incluido el control de la controladora de peso mediante un servicio remoto
- Reducir la mano de obra dedicada al control de calidad
- Fuente de información importante para los departamentos de control de calidad

1.1.3 Inspección

Las controladoras de peso se utilizan además para otras tareas de inspección, aparte de las mencionadas anteriormente. La controladora de peso se está convirtiendo en una estación de garantía de calidad y además integra otros dispositivos de inspección automatizados para comprobar:

- Las solapas abiertas de un envase de cartón o una caja
- La falta de tapones
- Las etiquetas de código de barras y RFID
- La orientación de los paquetes y la detección de desviaciones
- La información impresa en el paquete, como el número de lote o las fechas de consumo preferente y de caducidad
- La existencia de contaminantes como metales, piedras o vidrio
- Trazabilidad y serialización

La integración de otros dispositivos de inspección, como cámaras, escáneres, sistemas de marcado, sensores, detectores de metal y dispositivos de rayos X, convierten la controladora de peso en una solución de inspección de productos de alto rendimiento. La combinación de estos otros dispositivos conlleva varias ventajas; las principales son: la consolidación

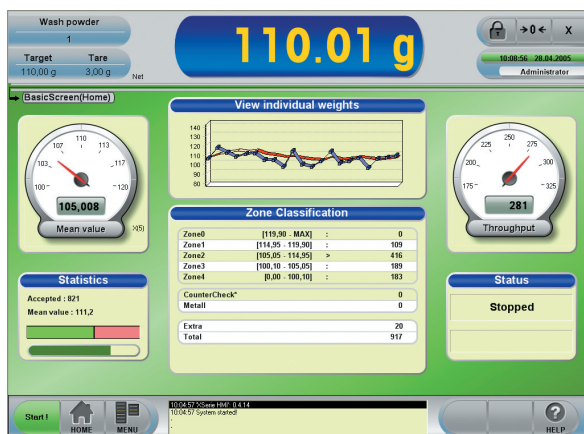


Figura 1.1: Supervisar los datos de producción

de varias interfaces de usuario en una, lo que simplifica la formación del operario y la disminución del tiempo que se invierte en la configuración de los paquetes y los cambios de línea. La consolidación de varias tecnologías de inspección en una única plataforma de manipulación de productos puede optimizarse para ahorrar un valioso espacio de producción. Finalmente, los productos rechazados pueden almacenarse en cuarentena en una zona para gestionar cómodamente y sin errores los productos no conformes con los estándares.

1.2 Protección del consumidor

Generalmente, las empresas de envasado y proceso se refieren a la controladora de peso como al "policía" de la línea de envasado, destinada allí para proteger a los consumidores. En este papel, se trata del centro de control de peso de una línea de producción, que garantiza que los paquetes con falta o exceso de peso inadmisibles no lleguen al consumidor.

La legislación y las normativas sobre peso neto no son iguales en todos los países. Por ejemplo, en los EE. UU., el manual 133 del Instituto Nacional de Normalización y Tecnología (NIST) del Departamento de Comercio ¹sobre mercancía preenvasada define las leyes específicas sobre contenido neto para procesadores, vendedores al por mayor y al por menor. Especifica el número de paquetes permitido con peso insuficiente, así como el peso de los paquetes que pueden tener sobrepeso, pero que no excedan la variación máxima permitida (MAV). En los artículos preenvasados pesados normalmente con las controladoras de peso, el valor MAV varía según el peso especificado en la etiqueta del paquete.

Otro ejemplo es el estándar OIML² R87 (International Organisation of Legal Metrology), que utilizan la mayoría de los países europeos y muchos otros países del mundo, el cual define las deficiencias tolerables en el contenido real de los productos preenvasados. Las autoridades de Pesos y Medidas nacionales regulan y fuerzan la aplicación de la legislación local sobre contenido neto en sus países respectivos. Las acciones oficiales que se aplican como consecuencia de la comprobación de los paquetes pueden ser recomendaciones orales, instrucciones, avisos o acciones legales.

A fin de que se cumplan la legislación y las normativas en vigor, es muy importante la comunicación entre el inspector de Pesos y Medidas locales y la persona encargada del cumplimiento de la normativa sobre envasado. La consulta con el inspector local puede resultar además beneficiosa como ayuda para identificar incoherencias en los patrones, en la precisión y en las variaciones de pesaje.

¹ <http://ts.nist.gov/WeightsAndMeasures/upload/Complete-HB133-05-Z-2.doc>

² <http://www.oiml.org/publications/R/R087-e04.pdf>

1.2.1 Normativa sobre contenido neto

Como se ha comentado en la sección anterior, la normativa sobre Pesos y Medidas varía entre países. En general, la inobservancia de los estándares normativos conllevan:

- Uno o más paquetes con errores de peso insuficiente injustificadamente elevados
- Un error de peso inferior al promedio (peso insuficiente) para todo el lote de paquetes
- Errores significativos en los cálculos del precio de venta de uno o más paquetes (para el etiquetado de pesos y precios)

1.2.2 Acciones legales contra las organizaciones que incumplen las normas

La acción legal originada por una infracción puede adoptar diversas formas según cada jurisdicción.

- Órdenes de parar la venta o de excluir de la venta, lo que normalmente significa que el lote no puede ofrecerse a la venta hasta que se permita oficialmente
- Órdenes para volver a pesar o volver a marcar, lo que significa que el lote completo no puede ofrecerse a la venta hasta que el contenido o el etiquetado se haya corregido
- Acción judicial, en cuyo caso el inspector adquiere o confisca muestras como prueba de la infracción

El despliegue de un programa de controladora de peso eficaz, incluida la integración activa de un control de peso continuado, puede minimizar el riesgo de incumplimiento de la normativa. Además, así se pueden evitar los problemas legales y las quejas de los consumidores por peso insuficiente en los paquetes. Si un sistema de controladora de peso está bien diseñado y bien cuidado, el fabricante se beneficia ya que se reducen los costes de sobrellenado de productos, al ajustarse el peso de llenado promedio del producto con la retroalimentación activa del proceso de llenado, y al mismo tiempo se cumplen los estándares normativos.

1.3 ¿Qué tipo de artículos pesan normalmente las controladoras de peso?

Una controladora de peso puede utilizarse para pesar casi todos los artículos producidos en una línea de producción; los pesos pueden variar entre un gramo y varios cientos de kilogramos. A continuación, se muestran algunos artículos que las empresas pesan en controladoras de pesos:

- Productos alimenticios crudos o sin envasar antes del proceso de envasado
- Productos alimenticios preenvasados, como latas, vidrios, productos envueltos, bandejas y otros envasados de alimentos

- Cajas, envases de cartón o tubos de productos para determinar si faltan documentos, componentes, instrucciones y otros artículos
- Recuento basado en el peso del contenido en botellas, bolsas, piezas empaquetadas, cajas de pilas, pañales o botellas de bebidas en cajas
- Comprobación del volumen o densidad de una mezcla, como pan, yogur o productos volátiles como cargas de airbag
- Pesaje de artículos de pesos diversos para utilizarlo como referencia futura o en la facturación en almacenes o servicios de suministros
- Comprobación de panfletos o instrucciones, paquetes de productos en blíster o pastillas y cápsulas individuales

1.4 ¿Dónde debe utilizarse una controladora de peso?

Las controladoras de peso se utilizan normalmente en cuatro áreas de producción.

En el sector industrial, las controladoras de peso se utilizan con frecuencia para comprobar la integridad del producto y determinar si los productos cumplen las tolerancias de fabricación y calidad. Por ejemplo, en la fundición metálica, el control de peso se emplea a menudo para determinar si ha quedado algún hueco con aire en la fundición. En una línea de producción de cojinetes, las controladoras de peso se utilizan normalmente para determinar si están todas las bolas de acero. Otras controladoras de peso se utilizan para inspeccionar materias primas a fin de garantizar que tengan un tamaño correcto, y el peso se utiliza en un proceso posterior.

En la figura 1.2, se muestran cuatro áreas diferentes donde se utilizan normalmente controladoras de peso en un proceso de fabricación.

1. Las controladoras de peso se pueden emplear antes de

la línea de envasado, como por ejemplo, para manipular una masa cruda antes de su congelado y envasado. En esta aplicación, la controladora de peso enviará también una señal de retroalimentación al divisor o formador para mantener la consistencia del producto y reducir el sobrellenado de producto.

2. Las controladoras de peso se utilizan en el proceso de envasado principal. En este caso, se utiliza para controlar el peso de tubos de los productos de aseo personal antes de la estuchadora para ayudar a mantener la llenadora ajustada y evitar que los productos que no sean conformes a la normativa lleguen a la siguiente fase del proceso. Si se realiza un control de peso antes del proceso de envasado secundario, se evita tener que reprocesar artículos y se ahorra el gasto en desechos provocado por la mezcla de productos que no cumplen la normativa con otros componentes o material de envasado.
3. El proceso de envasado secundario combina varios componentes en un paquete común. Un ejemplo podría ser comprobar que se hayan incluido en el paquete todos los componentes de los kits de comida lista para servir. Otro ejemplo es colocar una controladora de peso en la salida de la estuchadora para garantizar que el dispositivo de inserción haya colocado las instrucciones de dosificación en la caja.
4. Los sistemas Caseweighers son otro tipo de controladora de peso que normalmente se coloca después del envasador de cajas. Los sistemas Caseweighers determinan si la caja contiene el número correcto de paquetes, lo que garantiza que no se suministran cajas con menos producto. Además, también pueden transmitir datos sobre el peso de la caja a un sistema de manifiesto, para utilizar posteriormente en la expedición. Este tipo de controladora de peso se utiliza también para controlar el peso de neto de sacos grandes de productos, como sacos de 25 kg de alimento seco para perros, harina o productos químicos, entre otros. Existen muchos motivos por los que utilizar las controladoras

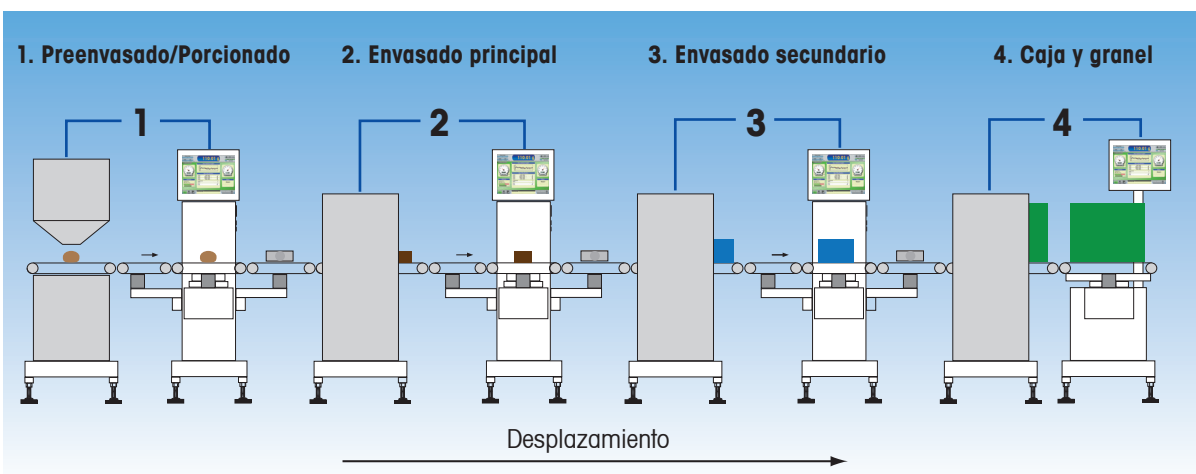


Figura 1.2: Uso de la controladora de peso en las operaciones de fabricación

de peso. No sólo se utilizan con el papel de "policía" antes mencionado, sino que además proporcionan pesos que pueden ayudar a ofrecer una alta calidad de forma continuada, reducir el desperdicio de productos y aumentar la rentabilidad.

1.5 ¿Cuál es la diferencia entre una controladora de peso estática y una dinámica?

La diferencia principal entre el uso de una báscula estática para el control de peso y una controladora de peso dinámica es que las básculas estáticas miden el peso de objetos quietos mientras que una controladora de peso dinámica pesa automáticamente los objetos (productos) en movimiento. Por ello, tradicionalmente las básculas estáticas se utilizan en comprobaciones al azar de muestras de productos, mientras que las controladoras de peso dinámicas están destinadas a comprobar el 100% del producto producido. Además, las básculas estáticas que se utilizan para el control de peso son manuales y requieren que una persona tome el producto, lo pese, registre el resultado y después retire el producto para realizar el siguiente pesaje. El control de peso dinámico es un proceso automático que se realiza normalmente sin intervención manual y sin que sea necesario un operario dedicado.

Existen controladoras dinámicas que se pueden utilizar para mediciones de peso estáticas en una línea de producción continua. Tradicionalmente utilizadas cuando en el entorno de producción se requiere una precisión extrema (por ejemplo, en un laboratorio), este tipo de controladoras de peso normalmente están provistas de una acción de avance paso a paso giratorio o un modo de funcionamiento de arranque/parada en el que el producto se detiene durante un periodo breve en el que realiza el pesaje. Estos sistemas, que generalmente se conocen como controladoras de peso dinámicas de movimiento intermitente, no deben confundirse con las controladoras de peso híbridas que describiremos más adelante.



Nota: Esta guía está dedicada a las controladoras de peso dinámicas que se describen en el capítulo 2.

Las básculas estáticas utilizadas para el control de peso y las controladoras de peso dinámicas colaboran mano a mano, cuando se utilizan en las líneas de producción, para controlar la calidad y cumplir las normas de Pesos y Medidas. Ambos sistemas se emplean para el muestreo de pesos: la báscula estática para muestrear un porcentaje determinado de pesos de producto y la controladora de peso dinámica para muestrear el 100% de los pesos. En muchos países, se deben utilizar básculas estáticas a fin de muestrear productos con objeto de rellenar los informes de verificación de tara/peso de paquetes y de contenido neto para las autoridades de Pesos y Medidas. Los requisitos de aplicación y los procesos junto con los factores económicos y financieros son lo que determina normalmente qué sistema se debe utilizar en una línea de producción.

A continuación, se enumeran la aplicación principal, el proceso y los factores económicos que deben tenerse en cuenta. La lista también sirve para ver más claramente las diferencias entre el uso de las controladoras de peso dinámicas y estáticas en las líneas de producción:

- Coste de inversión inicial
- Costes de funcionamiento
- Piezas por minuto de la línea de producción
- Costes y eficiencia de la mano de obra
- Características del producto
- Seguridad del producto
- Potencial de fluctuación del peso del producto
- Normativas y leyes locales que rigen las tasas de muestreo
- Normativas de seguridad laboral
- Requisitos del cliente

Para cada uno de estos puntos existen argumentos sólidos que deben tenerse en cuenta a la hora de decidir qué tipo de sistema se va a utilizar. Es evidente que existen muchas diferencias y que cada una de ellas cuenta con ventajas y desventajas según los requisitos de cada línea de producción.

Los sistemas híbridos o de componentes se ofrecen a menudo como alternativa a las controladoras de peso dinámicas. Estos sistemas utilizan una báscula estática, un indicador de determinación de promedio con una rápida velocidad de actualización, un sensor óptico y un transportador. Si bien este tipo de sistema puede servir para una finalidad inmediata, la mayoría de las básculas estáticas no están diseñadas para el pesaje en movimiento, del mismo modo que la mayoría de las controladoras de peso dinámicas no están diseñadas para ofrecer el mismo resultado que una báscula estática. La vibración constante y la carga dinámica de un paquete en movimiento en la báscula provocan la oscilación violenta de la célula de carga. Este movimiento puede producir resultados de pesaje imprecisos e irrepetibles; además, puede deteriorar la célula de carga y otros componentes activos de la báscula que no están diseñados para soportar los rigores de los procesos con movimiento.

En la mayoría de los entornos de producción, se utilizan las controladoras de peso dinámicas junto con básculas estáticas. Las básculas estáticas se emplean normalmente con objeto de determinar los pesos objetivo para las controladoras dinámicas y realizar pruebas de muestras para los informes de tara/peso y peso neto a fin de garantizar el cumplimiento de las normas de Pesos y Medidas.

Normalmente, los resultados de pesaje absoluto producidos por una báscula estática de buena calidad para un solo paquete serán más repetibles y tendrán una desviación típica muy inferior a la de las controladoras de peso dinámicas. Los motivos de ello se explican detalladamente en el capítulo 3.

Notas



Capítulo 2

Características fundamentales de diseño

En caso de avería de la controladora de peso, el fabricante debe decidir entre detener la producción hasta que llegue el ingeniero de mantenimiento o mantener en funcionamiento la línea de producción, asumiendo el riesgo de no detectar productos con falta o exceso de peso. La posibilidad de tener que enfrentarse a este dilema se reduce en gran medida mediante la selección del sistema de control de peso más fiable. En este capítulo, se facilita información valiosa sobre algunas de las consideraciones esenciales en la selección de un sistema de control de peso.

La selección de un sistema de control de peso fiable es un paso clave para minimizar o eliminar la incidencia de productos con falta o exceso de peso. A pesar del extendido empleo de las controladoras de peso, existen pocas directrices que ayuden a los usuarios a evaluar una controladora de peso o comparar las funciones de las distintas marcas de equipos. El objetivo de este capítulo es facilitar una orientación práctica sobre las características de diseño que pueden marcar claramente la diferencia, teniendo en cuenta los factores más importantes para los usuarios con una dilatada experiencia en la utilización de programas eficaces de control de peso.

Un pesaje preciso constante, la flexibilidad de la configuración de los cambios de productos y la fiabilidad de los rechazos son factores clave que marcarán el éxito o el fracaso de todo el programa de control de peso. Las controladoras de peso pueden ser frustrantes para el personal de producción cuando funcionan aparentemente de modo incoherente o no son precisas. Si un sistema de control de peso rechaza un producto que posteriormente resulta ser válido o si requiere una atención constante para mantener su estándar de precisión, se perderá rápidamente la confianza en él.

2.1 Diseño de la mecánica de una controladora de peso

Normalmente, el sistema de control de peso físico está provisto de una sección de entrada, una sección de pesaje, una sección de salida con un dispositivo de rechazo y un terminal de pesaje con una

interfaz de usuario (figura 2.1). Las controladoras de peso y sus componentes pueden variar mucho según el uso que se les vaya a dar, los artículos que vayan a pesar y el entorno donde se instalen.

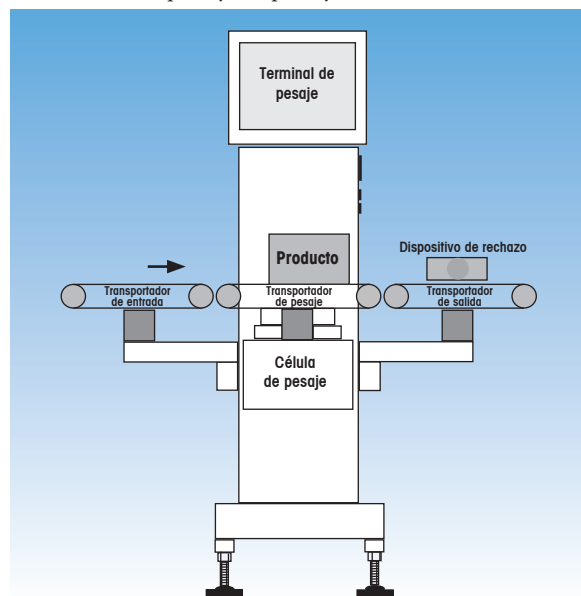


Figura 2.1: Diagrama de una controladora de peso estándar

2.1.1 Protección ambiental

Una controladora de peso debe seleccionarse teniendo en cuenta los requisitos de higiene del producto y el entorno donde va a funcionar. Si se manipulan productos perecederos y sensibles, la controladora de peso deberá fabricarse para poder soportar condiciones duras, para las rutinas de limpieza y esterilización.

Si se producen productos cárnicos, avícolas, lácteos o similares, es vital que la controladora de peso pueda soportar limpiezas exhaustivas y frecuentes. La reparación de una controladora que ofrece escasa protección contra la entrada de agua será costosa tanto en tiempo como en dinero, y puede requerir tiempos de inactividad de producción importantes.

El rendimiento del sistema debe reflejar las especificaciones proporcionadas en el momento de la compra. Por ejemplo, la máquina no debe verse afectada si el equipo está ubicado en zonas en las que haya agua o vapor, si dichas condiciones están presentes. Igualmente, la máquina debe poder ofrecer el mismo rendimiento en entornos polvoriento aunque exista la posibilidad de acumulación de material extraño.

Existen muchas aplicaciones en las que el sistema de control de peso se utilizará en un entorno explosivo o peligroso (por ejemplo, un molino de harina). En el caso de estas aplicaciones, es importante que el diseño de la controladora de peso y su construcción estén homologados por un organismo independiente reconocido y acreditado, y que el proveedor de la controladora de peso esté homologado para fabricar y vender dichos sistemas. Para obtener más información sobre los entornos explosivos, consulte el capítulo 5.

2.1.2 Estabilidad, equilibrio e inmunidad a la vibración

Movimientos mínimos en la estructura mecánica (debidos, por ejemplo, a la expansión por la temperatura, impactos mecánicos, vibraciones, etcétera) durante el funcionamiento pueden desequilibrar la célula de pesaje, lo que puede provocar a su vez que la controladora de peso rechace incorrectamente algún producto. Esto no es deseable en ningún caso; por lo tanto, el diseño y la fabricación de la mecánica son tan importantes para prevenir y compensar dichos movimientos como el diseño de la electrónica.

2.2 Diseño del sistema transportador

El diseño del sistema transportador que transporta el producto por la controladora de peso debe cumplir determinados criterios estrictos si se quiere evitar que interfiera en los resultados del pesaje. El transportador de la controladora de peso, con sus diferentes secciones y zonas de transferencia, es mucho más que un transportador modificado. El diseño del transportador, incluidos las zonas de transferencia, el dispositivo de rechazo y demás opciones, tendrá una incidencia importante en la eficacia de todo el programa de control de peso.

Si no se incorporan precauciones y técnicas de diseño especiales, la acumulación de electricidad estática puede afectar a la controladora de peso, causando interferencias y reduciendo su precisión.

Para conseguir la mayor fiabilidad posible en el rendimiento es básico contar con estructuras completamente soldadas, rodillos y poleas correctamente equilibradas, así como estructuras transversales aisladas y un montaje correcto de la célula de pesaje. Los materiales de la cinta deben ser de alta calidad y con conexiones adecuadas.

En el capítulo 5, se describen más detalladamente métodos efectivos de manipulación y transferencia de productos.

2.3 Interfaz de usuario

Cuanto más complejo es un sistema, más importante son las interfaces. Si, con regularidad, se van a realizar cambios de productos frecuentes, ajustes en los parámetros de la controladora o un uso amplio de sus funciones, es mejor seleccionar controladoras de peso con combinaciones de teclas lo más sencillas posibles. Además, los sistemas de pantalla táctil deben tener en cuenta la posibilidad de usar pantallas que se puedan utilizar en entornos de producción, especialmente en entornos donde los usuarios deben utilizar guantes.

En cambio, si las operaciones cotidianas no conllevan muchos cambios de configuración por parte de los operarios, la controladora de peso está controlada con un PLC o en cada línea se manipulan pocos productos, seguramente las combinaciones de teclas para completar una orden no serán un factor tan importante. Con un sistema SCADA, se proporcionará una interfaz de usuario coherente y un solo punto de comunicación para todas las máquinas controladas por un PLC, lo cual supone una ventaja importante para el control del PLC.

El tamaño de la pantalla de pesaje y la calidad de los gráficos son extremadamente importantes cuando el operario debe controlar remotamente el estado de la producción.

Disponer de pantallas multilingües vinculadas directamente a perfiles de usuario puede ser una gran ventaja, en el caso de que el personal proceda de distintos países.

2.4 Consideraciones sobre la célula de pesaje

Todos los proveedores de controladora de peso tienen su propia sección de pesaje de diseño exclusivo, incluidos el tipo de célula de pesaje empleada y el método de proceso de señales. La selec-

ción del tipo de célula de pesaje utilizada es el resultado de las especificaciones de precisión necesarias para la aplicación junto con los parámetros de manipulación ambientales y del producto. Así, es importante determinar qué precisión se necesita antes de seleccionar la tecnología de la célula de pesaje.

La precisión de una solución de pesaje dinámico está directamente vinculada a la velocidad, estabilidad y las propiedades de los productos que se pesan. Hasta cierto punto, si la precisión aumenta, las velocidades del transportador y la productividad de la línea (piezas x minuto) disminuyen. Cuanto más estable esté el artículo durante el pesaje, mayor será la precisión.

La mayoría de los proveedores de controladoras de peso podrán siempre ofrecer un sistema que dé respuesta a las necesidades de precisión de la aplicación. Las controladoras de peso con más precisión pueden verse limitadas por el tamaño del producto, el peso, la productividad y el entorno del sistema.

2.5 Célula de pesaje

Existen varias tecnologías de control de peso diferentes, pero las dos células de pesaje más comunes utilizadas en las controladoras de peso son: las células de carga extensométrica y las células de pesaje que utilizan el principio de compensación de fuerzas.

2.5.1 Célula de carga extensométrica

La célula de carga extensométrica tiene dos componentes principales: flexiones en una superficie que soporta la carga y un sensor de deformación. Las células de carga se proporcionan a menudo con topes de sobrecarga mecánicos externos para evitar daños en la célula de carga si la carga excede la capacidad de pesaje.

La célula de carga extensométrica mide el esfuerzo (figura 2.2) o el desplazamiento proporcional de los sensores en la célula de carga, como resultado de haber colocado una carga en la plataforma de pesaje. El esfuerzo se mide como una pequeña salida de tensión. La salida varía linealmente con la capacidad de peso de la célula a medida que se añade carga en el transportador de peso o se retira de éste.

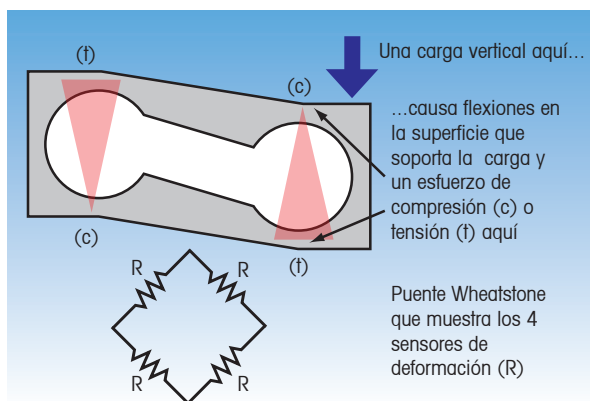


Figura 2.2: Diagrama de esfuerzo

El controlador convierte la tensión en un peso reconocible según la calibración del sistema.

¿Cómo mide el peso una célula de carga?

Una banda extensométrica es una resistencia de película delgada cuya resistencia cambia a medida que la película se flexiona bajo la carga. Una célula de carga extensométrica contiene cuatro extensómetros y resistencias fijas conectados como un puente de Wheatstone. La célula de carga pasa una pequeña tensión por los extensómetros. Cuando la célula de carga está equilibrada cada uno de los extensómetros tiene la misma resistencia (figura 2.3).

Quando se aplica una fuerza a la célula de carga, la resistencia se desplaza desigualmente por el puente, lo cual crea un cambio en la salida de tensión. Idealmente, los cambios se producen en paralelo con la capacidad de la célula de carga y el cambio de tensión puede convertirse fácilmente en una salida de peso (figura 2.4).

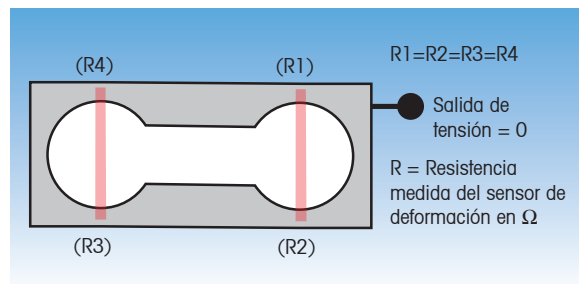


Figura 2.3: Célula de carga equilibrada (sin fuerza aplicada)

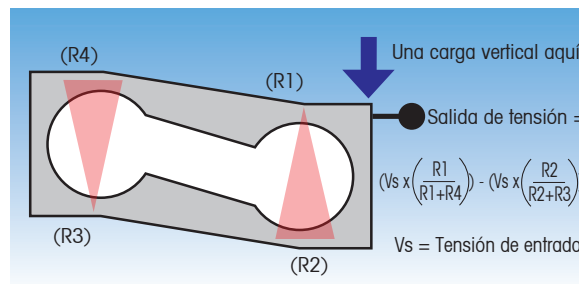


Figura 2.4: Célula de carga no equilibrada (fuerza aplicada)

En las aplicaciones reales, hay diversos factores que pueden generar un deterioro de la salida que conlleven imprecisiones en las lecturas de peso resultantes; entre ellas:

- **Gradientes de temperatura:** los extensómetros son sensores y detectarán cualquier cambio en su condición. Cuando las temperaturas son constantes la célula de carga es estable y no se produce ningún efecto adverso. A medida que la temperatura cambia rápidamente, los extensómetros detectan el cambio y se produce un cambio en la salida que el controlador interpretará como un cambio en el peso. Los dos ejemplos más comunes de cambios rápidos de temperatura son cuando la célula de carga está sometida a agua o vapor muy caliente durante el proceso de limpieza o

cuando el área no está en un entorno controlado y por la mañana la temperatura es de unos confortables 20 C°, pero al mediodía aumenta a 35 C°.

- **Material de la célula de carga:** todas las células de carga están fabricadas con un metal básico que está provisto de ciertas características de resorte. Idealmente, la célula de carga es un perfecto resorte y es tanto repetible como lineal. No obstante, en la mayoría de los casos el metal base no es un resorte perfecto y puede mostrar algunas diferencias en la carga real detectada al comparar los valores de salida, cuando la carga aumenta de cero a la capacidad completa y regresa de la capacidad completa a cero.
- **Influencias de EMI y RFI:** el controlador de la controladora de peso mide los cambios en la salida de una célula de carga extensométrica se miden en minivoltios. A menudo la distancia entre la célula de carga y el controlador puede variar entre unos pocos centímetros y varios metros. Los dispositivos que emiten interferencias de radiofrecuencia y electromagnéticas (EMI/RFI) como los walkie-talkies, los motores grandes, o los tableros de distribución de media a alta tensión, pueden provocar cambios en la señal de la célula de carga y dar como resultado lecturas de peso erróneas.

Si bien estos factores suponen imprecisiones potenciales reales para el sistema de pesaje, es importante tener en cuenta que los fabricantes de controladoras de peso de calidad cuentan con estrategias de instalación sólidas y pueden proporcionar componentes de precisión que reduzcan los efectos de estos factores influyentes. En el capítulo 4, se discuten más detalladamente los factores que inciden en la precisión de las controladoras de peso.

2.5.2 Compensación electromagnética de fuerzas (EMFR)

Las células de pesaje EMFR utilizan las mejoras más novedosas de la tecnología de pesaje para mejorar el rendimiento y proporcionar una precisión continuada. Las células de pesaje EMFR son sensores inteligentes que controlan y compensan diversas funciones que pueden influir directamente en el rendimiento del pesaje como la velocidad de muestreo, la compensación de temperatura, el filtrado y la reducción de ruido.

Las células de pesaje EMFR están provistas de un procesador de señales digital de alto rendimiento, que permite el uso de técnicas avanzadas de filtrado de software. Estos algoritmos de filtrado permiten muestrear o tomar lecturas de peso del paquete a medida que pasa por la controladora de peso. Cuantas más veces se pueda "mirar" el peso del paquete, más preciso se puede esperar que sea el peso final.

La célula de pesaje EMFR incorpora además un sensor de temperatura de precisión y una biblioteca de compensación de temperatura que elimina el efecto que los cambios de temperatura pueden tener en su rendimiento. Como se ha descrito en la sección anterior, las células de carga extensométrica necesitan algún tiempo para estabilizarse tras su limpieza y desinfección con agua caliente. Con una célula de pesaje EMFR, podrá iniciar la producción inmediatamente tras la limpieza sin que ello incida negativamente en la precisión.

Las células de pesaje EMFR tienen la capacidad de aprender el patrón de ruido exclusivo de la controladora de peso a medida que procesa los paquetes. Cada controladora de peso muestra un perfil de ruido único mientras está en funcionamiento (figura 2.5).

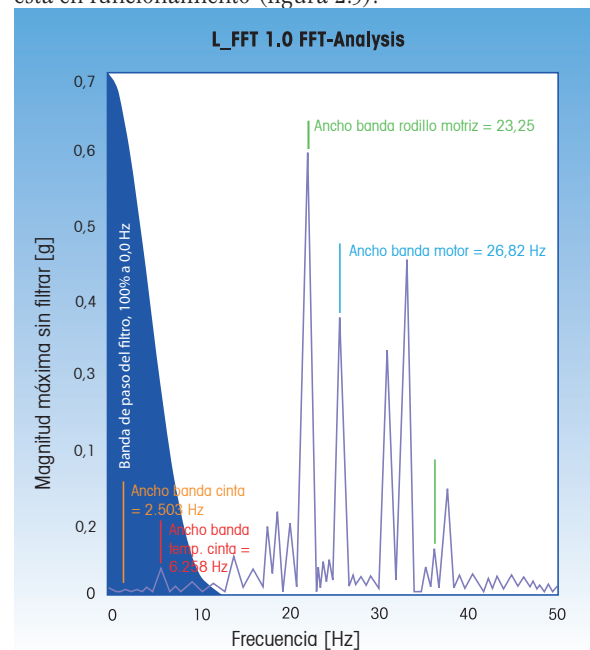


Figura 2.5: Perfil de ruido de la controladora de peso

La célula de pesaje EMFR determinará automáticamente el mejor algoritmo de filtrado para utilizar, en función de la información que procesa mientras la controladora de peso realiza el pesaje. Si se produce algún cambio durante la producción, como una aceleración de la velocidad de la línea para aumentar la productividad o un cojinete de un transportador empieza a desgastarse y no gira libremente, el perfil de ruido de la controladora de peso también cambiará. La célula de pesaje EMFR detectará el nuevo patrón de ruido, lo aprenderá y realizará los ajustes adecuados para garantizar que la máxima precisión posible y que ésta se mantenga sin necesidad de la intervención del operario. Si se trata de un cojinete gastado, el operario o el técnico de mantenimiento podrán detectarlo y tomar las acciones correctivas necesarias antes de que falle. Este tipo de funcionalidad es imposible con las células de carga extensométricas tradicionales.

Sin embargo, las células de pesaje EMFR también presentan desventajas. Son más grandes que las células de carga extensométricas y requieren una integración mecánica más compleja para poder utilizarlas en una controladora de peso. La inversión inicial de una controladora de peso con células EMFR es mayor que la que se realiza en una controladora de peso provista de células de carga extensométricas. Con todo, el coste inicial es insignificante si lo comparamos con el ahorro que una precisión mejorada nos proporcionará durante la vida de la controladora de peso.

¿Cómo mide el peso una célula de pesaje EMFR?

Una barra, dispuesta en el interior de la célula de pesaje, se desplaza cuando se aplica una carga (figura 2.6). La barra reposa en un campo magnético. Cuando la barra se desplaza, un sensor indica a la célula de pesaje que debe aplicar una fuerza para devolver la barra a su posición de reposo. Esto obliga a la célula de pesaje a aumentar la corriente a través de su bobina.

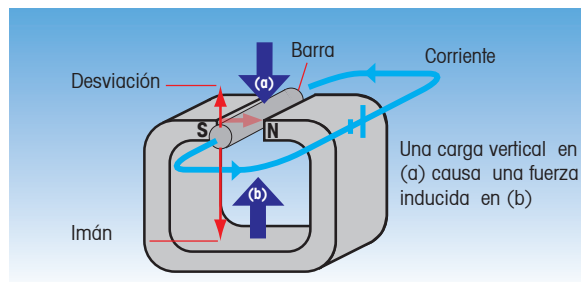


Figura 2.6: Célula de pesaje EMFR no equilibrada (fuerza aplicada)

Cuando la corriente aumenta, se genera una fuerza hacia arriba en el campo magnético según la "regla de la mano derecha"³. La célula de pesaje aumenta la corriente por el cable hasta que la fuerza ascendente coincide con la carga y la barra se vuelve a alinear. La célula de pesaje de compensación de fuerzas es un sensor inteligente que mide la corriente aumentada y la convierte en peso.

Las células de pesaje EMFR pueden ser más precisas y sensibles que una célula descarga extensométrica. No obstante, existe una gran variedad de células de carga extensométricas disponibles y en algunas aplicaciones pueden ser más adecuadas para la instalación por su menor tamaño y porque su integración mecánica es más sencilla.

2.6 Aprobación de Pesos y Medidas

Es importante tener en cuenta las normas de aprobación de Pesos y Medidas al elegir la célula de pesaje correcta para la controladora de peso. Al seleccionar el sistema de control de peso, reflexione sobre estos puntos:

³ <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/magfor.html>

- ¿Es necesaria la aprobación de Pesos y Medidas?
- El peso máximo de los productos que van a pesarse en la aplicación.
- La precisión que se requiere.

Esta información es crucial para el proveedor de controladoras de peso para configurar, diseñar el sistema y determinar la tecnología de célula de pesaje correcta. Esta información también incidirá directamente en la resolución del indicador de pesaje. En el capítulo 9, hallará más información sobre la legislación de Pesos y Medidas.

2.7 Diseño del mecanismo de rechazo

Los sistemas de rechazo son una parte muy importante de los sistemas de control de peso y garantizan que los productos con falta o exceso de peso sean rechazados de modo fiable y eficaz de la línea de producción. Un sistema correctamente especificado debe ser a prueba de errores y capaz de rechazar todos los productos con falta o exceso de peso en todas las circunstancias. Consulte información más detallada en el capítulo 5.

2.8 Productividad (piezas x minuto)

La productividad es muy importante a la hora de considerar la tecnología de célula de pesaje más conveniente. Cuanto mayor sea la productividad, menos tiempo habrá para estabilizar y pesar cada producto.

Las controladoras de peso pueden funcionar con tasas de productividad que pueden oscilar entre uno y varios cientos de artículos por minuto. Cuanto más largo sea el artículo (en el sentido del recorrido), con más rapidez debe moverse el transportador para conservar la misma productividad de artículos.

En ambos ejemplos, se utiliza un espacio entre productos de 10 cm.

- Un artículo de 10 cm de largo que se pesa a un rendimiento de 100 piezas por minuto se trasladará por el transportador a 20 m por minuto.
- Un artículo de 20 cm de largo que se pesa con una tasa de 100 piezas por minuto se trasladará por el transportador a 30 m por minuto.

La productividad y la velocidad del transportador son generalmente inversamente proporcionales a la precisión. Algunas veces es necesario establecer un compromiso entre

la precisión y la velocidad/productividad de la línea. Si deseamos mantener una precisión alta junto con una alta productividad, podemos optar por dividir la línea en varias controladoras de peso o utilizar una controladora de peso multilínea. Si reducimos la línea se reducirá la productividad que recae en cada célula de pesaje y se mantendrá una productividad constante del sistema.

Con una sección de pesaje más corta, podremos reducir la velocidad del transportador y mantener una productividad óptima. Solicite a su proveedor del sistema de control de peso que calcule la longitud óptima del transportador de pesaje en función de la longitud del producto y la productividad necesarias.

Nota: Según el comportamiento del producto, pueden ser necesarias diferentes configuraciones u opciones de controladora de peso para cada tipo de producto a fin de aumentar la precisión, la velocidad de la línea o la productividad.

2.9 Diseño higiénico

Todos los sistemas de control de peso deben diseñarse teniendo en cuenta el entorno donde van a funcionar. Además, deben estudiarse exhaustivamente los regímenes de limpieza. Los principios de diseño para la higiene se aplicarán a todos los aspectos del sistema para eliminar puntos de acumulación de suciedad y para facilitar su limpieza. Las funciones de diseño conformes a HACCP/GMP deben incluir:

- La eliminación de huecos en los que se puedan acumular suciedad y bacterias
- La hermeticidad de todas las secciones huecas
- La eliminación de rebordes y superficies horizontales
- El empleo de estructuras abiertas, con bastidores soldados de forma continua y cintas extraíbles para facilitar el acceso y la limpieza
- La gestión de higiene de cables eléctricos, canalizaciones y servicios de aire comprimido

2.10 Salud y seguridad

La salud y la seguridad se deben tener muy en cuenta. El diseño y la construcción de los sistemas de control de peso deben recibir la certificación de su conformidad con la legislación y normativa oficial en vigor en el momento de la venta. Por ejemplo, el marcado CE en Europa o las certificaciones de otros organismos, como UL/cUL, en Norteamérica

relacionados con los estándares de seguridad para maquinaria aplicables minimizarán el riesgo de un empleado si éste resulta herido. Una lesión de un empleado podría derivar en una reclamación costosa por daños personales.

La controladora de peso debe cumplir los estándares de seguridad implementados en la fábrica. **Los puntos de riesgo de lesiones por aplastamiento o pellizco deben reducirse al mínimo y protegerse.** Un pulsador de **parada de emergencia** puede ser decisivo. Algunas controladoras de peso se entregan con dispositivos de parada de emergencia como función estándar; sin embargo, en otros casos, estos se ofrecen como función opcional. Deberá tener en cuenta las exigencias legales locales. Las reglas de seguridad básicas obligan a eliminar o minimizar primero el riesgo colocando en la máquina protecciones de seguridad y etiquetas de advertencia sobre las características de ésta y las acciones potencialmente peligrosas.

Compruebe que cumpla también las **homologaciones de los organismos**, como UL o CE y ANSI B155.1 relativas a la maquinaria de empaquetado. Localice las funciones de lockout/tagout, fuentes de alimentación single-drop y sobrecargas de motor. Localice también las señales de entrada/salida CC de tensión baja. Piense en insertar funciones de parada de emergencia en toda la línea de modo que ésta pueda detenerse en cualquier punto.

2.11 Diseño de los sistemas de seguridad a prueba de fallos

Deben tenerse en cuenta las consecuencias de que un sistema no funcione de acuerdo a lo previsto. Por ejemplo, si el dispositivo de rechazo no retira productos con falta o exceso de peso o si se produce una anomalía en la controladora de peso. Resulta muy útil integrar funciones de diseño a prueba de fallos en el sistema de la controladora de peso para mitigar los riesgos asociados con un funcionamiento incorrecto del sistema. Se pueden emplear sistemas de confirmación de rechazo para confirmar que se han retirado al contenedor correspondiente los productos con falta o exceso de peso.

Capítulo 3

Principios de control de peso y SPC

Las normativas legales dictan que el peso medio de los paquetes que forman un "lote" debe ser igual o superior al peso etiquetado y que ninguno de los paquetes individuales pesa considerablemente menos o más que el peso etiquetado. Para cumplir estos requisitos legales y para mantener un funcionamiento eficiente del envasado, el operario y el supervisor de la controladora de peso deben conocer los principios del control de peso y del control estadístico de procesos (SPC). Este conocimiento permite a las empresas reducir los problemas derivados de los productos con un peso inferior o superior al especificado.

3.1 Análisis estadístico de datos

Los productos que se desplazan por una línea de producción están sujetos a varios centenares de sucesos aleatorios, como por ejemplo corrientes de aire, picos de tensión, humedad, cambio de la densidad del producto y los efectos de los dispositivos mecánicos implicados en el proceso de llenado.

Debido a estos sucesos aleatorios, no se puede conseguir el mismo peso de llenado en todas las ocasiones. Cada peso variará ligeramente de un paquete a otro, y mientras los sucesos que afecten al llenado sean realmente aleatorios y tengan las mismas posibilidades de producirse, los pesos seguirán las reglas de distribución estándar que se conoce como distribución normal (véase la figura 3.1).

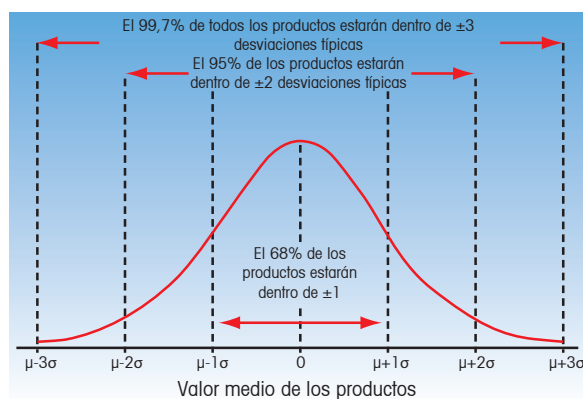


Figura 3.1: Distribución normal

En una "Distribución estadística normal" el 68% de los valores se encuentran dentro de ± 1 desviación típica respecto a la media (μ) de la población de producción total; el 95% de los valores se encuentran dentro de ± 2 desviaciones típicas y el 99,7% están dentro de ± 3 desviaciones típicas.

Esto se conoce como la regla de "68-95-99,7", que establece que, para una distribución normal, casi todos los valores quedan dentro de ± 3 desviaciones típicas respecto a la media.

Para definir y entender una distribución normal, hay dos términos en estadística con los que debe familiarizarse: el promedio o **Media**, que se representa con el carácter μ (se pronuncia "mu") y la **Desviación típica**, que se representa con el carácter σ (se pronuncia "sigma").

Nota: La media también se puede representar como \bar{x} (barra x) y se utiliza a menudo como término técnico al describir la media de un conjunto de valores, utilizados tradicionalmente al diferenciar la media de una muestra (barra x) frente a la media del conjunto de la población (μ).

Media

La **Media** o promedio es la suma de todos los valores dividida por el número total de valores. Por ejemplo, consideremos 5 bolsas con los siguientes pesos en kg: 8, 9, 10, 18, 20, tal como se muestra en la figura 3.2.

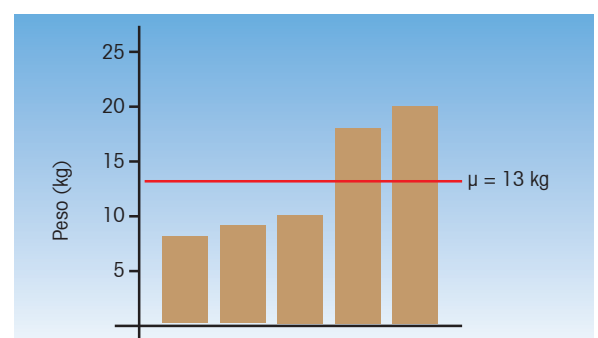


Figura 3.2: Peso medio de 5 bolsas

El peso medio es de $(8+9+10+18+20)/5 = 13$ kg
 Para evitar productos por debajo del peso especificado, el peso requerido para el proceso se ajusta ligeramente por encima del peso etiquetado. Si el peso medio es el requerido o está por encima de éste, hay muchas posibilidades de que la empresa produzca un producto conforme a la legalidad, pero esto no se garantiza. La variación de estos pesos también se debe tener en cuenta.

Supongamos en la figura 3.2 que el peso etiquetado en una bolsa es de 10 kg y que el peso requerido es de 11 kg. Según un peso medio de 13 kg, la producción está por encima del peso requerido y de los requisitos legales, pero si examinamos los pesos individuales, veremos que dos bolsas están por debajo del peso especificado, una es correcta y dos tienen un peso muy por encima del especificado.

En este ejemplo, el valor medio, aunque cumple las normativas, no informa con precisión al usuario de la corrección del proceso ni de su conformidad. Se requiere un segundo valor para determinar hasta qué punto puede desviarse el peso de cada bolsa de la media o, en otras palabras, ¿cuál es la dispersión de los datos?

Desviación típica

La desviación típica de la población describe la dispersión de los resultados del pesaje respecto a la media de una población con una distribución normal. En la figura 3.3, las dos curvas diferentes tienen la misma media, pero desviaciones típicas diferentes. La curva roja tiene una desviación típica superior a la de la curva verde.

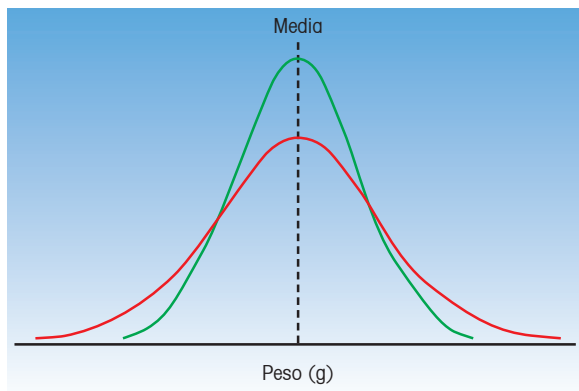


Figura 3.3: Dos distribuciones normales diferentes

Compare las líneas a cada lado de la media en la figura 3.1 que llevan la etiqueta $\mu-1\sigma$ y $\mu+1\sigma$. Tal como se ha descrito anteriormente, éstas líneas representan límites entre los cuales el 68% de todos los datos de peso figuran entre la desviación típica de la media menos uno y la desviación típica de la media más uno. Estas líneas se moverán a medida que la desviación típica cambie, pero los porcentajes entre ellas permanecerán constantes.

Volviendo al ejemplo de la bolsa de la figura 3.2, la desviación típica es de 5,6 kg y la media es de 13 kg. Utilizando la definición de la figura 3.1, sabemos que el 68% de todas las bolsas queda entre 7,4 kg y 18,6 kg. No obstante, este resultado no es muy bueno, ya que sólo se trata del 68% de las bolsas.

Para encontrar la desviación típica de los datos de la muestra anterior, utilice la fórmula y siga los pasos que se muestran a continuación.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde (x_1, x_2, \dots, x_n) son los pesos de la muestra y \bar{x} es la media de la muestra. s representa la desviación típica de la muestra y es una representación adecuada de σ .

Para cada valor x , reste la media general (\bar{x}) de x , luego multiplique el resultado por sí mismo (lo que también se conoce como la determinación del cuadrado del valor en cuestión). Sume todos estos valores al cuadrado. Luego divida el resultado por $(n-1)$ donde "n" es el número total de pesos tomados en la muestra. Por último, determine la raíz cuadrada del producto en general, con lo que obtendrá la desviación típica para la población de la muestra.

Paso 1:

El peso medio es de $(8+9+10+18+20)/5 = 13$ kg

Paso 2:

Encontrar la desviación de cada número respecto a la media

$$\begin{aligned} 8 - 13 &= -5 \\ 9 - 13 &= -4 \\ 10 - 13 &= -3 \\ 18 - 13 &= +5 \\ 20 - 13 &= +7 \end{aligned}$$

Paso 3:

Elevar cada una de las desviaciones al cuadrado, con lo que amplificará las grandes desviaciones y convertirá los valores negativos en positivos

$$\begin{aligned} (-5)^2 &= 25 \\ (-4)^2 &= 16 \\ (-3)^2 &= 9 \\ (+5)^2 &= 25 \\ (+7)^2 &= 49 \end{aligned}$$

Paso 4:

Sumar todas estas desviaciones al cuadrado y dividir el resultado por la cantidad de muestras menos uno (dispersión de los datos de la muestra)

$$(25+16+9+25+49)/(5-1) = 31$$

Paso 5:

Tomar la raíz cuadrada no negativa del cociente (convirtiendo las unidades al cuadrado en unidades normales)

$$\sqrt{31} = 5,567$$

Así pues, la desviación típica del conjunto es de 5,6

Nota: Microsoft Excel® tiene la función estadística "STDEV" que puede utilizar para calcular rápidamente la desviación típica para un conjunto de pesos.

Volviendo al ejemplo de las bolsas, ¿cuál sería el rango a ± 2 desviaciones típicas o el 95% del rendimiento de la producción? Puesto que una desviación típica (1σ) es igual a 5,6 kg, 2σ es igual a 11,2 kg. El rango de pesos basado en el valor medio de 13 kg sería de 1,8 kg a 24,2 kg. En la figura 3.3 la curva roja representa esta serie de resultados.

¿Qué pasa si la llenadora actual se sustituye por una versión más nueva que permita ajustes más finos que den lugar a los siguientes pesos de muestras?: 13, 12, 14, 12, 14 kg La nueva media basada en estas muestras sigue siendo de 13 kg, pero ahora la desviación típica es de 1 kg. A dos desviaciones típicas o al 95% del rendimiento previsto, el rango ahora es muy ajustado, de 11 kg a 15 kg. Esta mejora se representa con la curva verde de la figura 3.3.

En producción, las características de la llenadora determinan mayoritariamente la desviación típica del peso del producto.

Un objetivo del control de peso y de SPC es determinar los valores de la media y de la desviación típica, para que el proceso de llenado se pueda controlar aumentando la media de tal modo que el porcentaje necesario de la curva de campana (la forma determinada por la desviación típica) esté por encima del límite legal.

Definición: La desviación típica es la dispersión de los datos alrededor de la media de una población o muestra con una distribución normal.

3.2 Definición de la precisión

Los dos factores más importantes al medir la precisión general de una controladora de peso son la linealidad y la repetibilidad. También debe tener en cuenta que la palabra "precisión" se interpreta de forma diferente para el pesaje estático y el pesaje dinámico.

Las indicaciones de las precisiones de la controladora de peso pueden resultar muy confusas. Según el proveedor, cualquiera de las indicaciones de la figura 3.4 podría ser correcta. Las seis indicaciones representan una controladora de peso con una precisión de 0,5 gramos a 1 sigma

(1 desviación típica). Al estudiar varias ofertas, es importante convertir las precisiones ofertadas a un estándar común o pedir al posible proveedor que facilite la precisión en un formato específico.

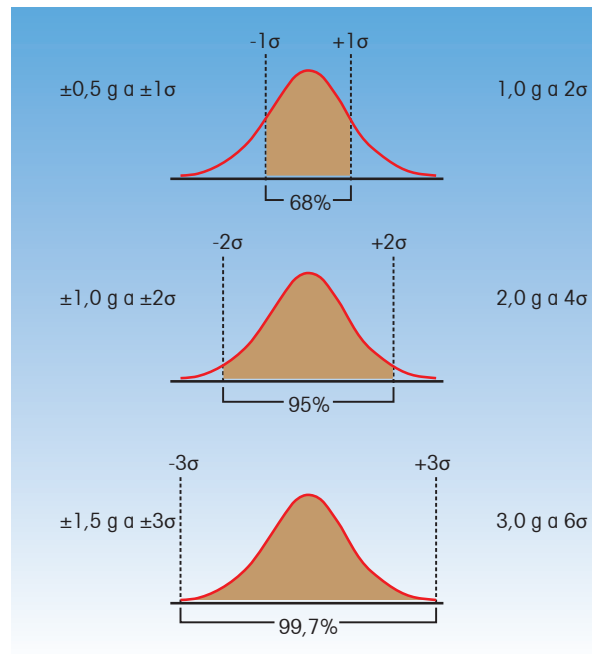


Figura 3.4: Indicaciones de las precisiones para una controladora de peso en la que una desviación típica = 0,5 g

Precisión estática

La precisión es simplemente la capacidad de la báscula de medir el valor de un peso conocido correctamente. Por ejemplo, colocar un peso de 100 gramos en la báscula y comprobar si pesa exactamente 100 gramos. La diferencia entre el peso real y el peso indicado se conoce como error. Cuanto menor sea el error, mayor será la precisión del sistema.

Linealidad

La linealidad también es un término relacionado con la precisión. La linealidad es la capacidad de la controladora de peso para medir con precisión un valor conocido en el rango del dispositivo. Un ejemplo de esto sería el uso de una serie de pesas de verificación para medir la precisión de la controladora de peso de 1 gramo a 100 gramos en incrementos de 1 gramo. Cuantos menos errores haya, mejor será la linealidad del sistema. El error medio describe la diferencia media entre el peso indicado y el real de un paquete.

Repetibilidad

La repetibilidad también se denomina a veces precisión. Se trata de la capacidad de la controladora de peso para pesar coherentemente a lo largo del tiempo. Utilizando el mismo peso de 100 gramos, si lo coloca y lo retira 100 veces en la controladora de peso, ¿cuántas veces obtendría un valor de 100 gramos frente a otro valor en modo de funcionamiento dinámico?

Trazar la precisión y la exactitud es muy similar a jugar a los dardos, cuanto más nos acerquemos a la diana, más precisos serán los resultados. Cada marca sobre la diana en los diagramas siguientes simboliza un pesaje de un determinado artículo. La siguiente situación de prueba utiliza cuatro controladoras de peso donde se pesa un artículo, cinco veces en cada una. El centro de la diana simboliza el peso estático del artículo medido en una báscula estática calibrada.

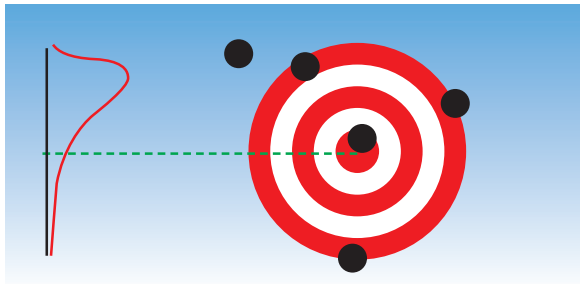


Figura 3.5: Dispersión: desviación típica alta, error medio alto

La figura 3.5 muestra una controladora de peso en la que los resultados son muy imprecisos y no repetibles. Los resultados no están agrupados ni cerca del centro de la diana. Normalmente, si se produce un resultado como este significa que parte del proceso ha fallado y, por lo tanto, requiere atención inmediata.

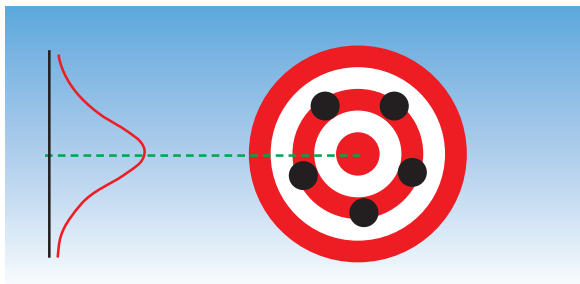


Figura 3.6: Preciso, pero no repetible: desviación típica alta, error medio bajo

La figura 3.6 muestra una controladora de peso en la que los resultados son precisos pero no repetibles. Los resultados están agrupados de forma dispersa alrededor de la diana y ofrecerían una curva de rendimiento que estaría caracterizada por un error medio muy bajo y una desviación típica alta. Aunque podemos acertar en la diana, no podemos apuntar suficientemente bien para dar de lleno en el centro. Cuando se obtienen resultados como estos, con pequeños ajustes en la controladora de peso es posible que se pueda crear una agrupación o precisión más ajustada alrededor del centro de la diana.

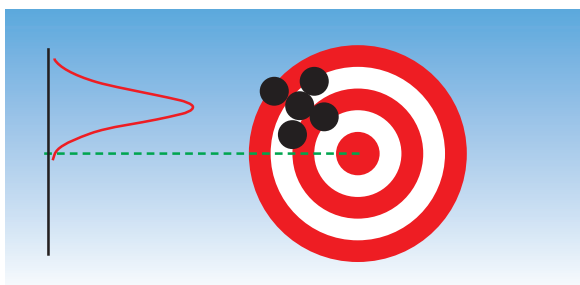


Figura 3.7: Repetible, pero no preciso: desviación típica baja, error medio alto

La figura 3.7 muestra una controladora de peso en la que los resultados son repetibles pero no precisos. Los resultados están muy agrupados pero desplazados respecto al centro. Esto ofrecería una desviación típica muy baja y favorable, aunque el valor medio sería muy alto. Aunque este tipo de rendimiento no resulta deseable, lo bueno que tiene es que se puede corregir fácilmente utilizando el factor de corrección dinámica de la controladora de peso.

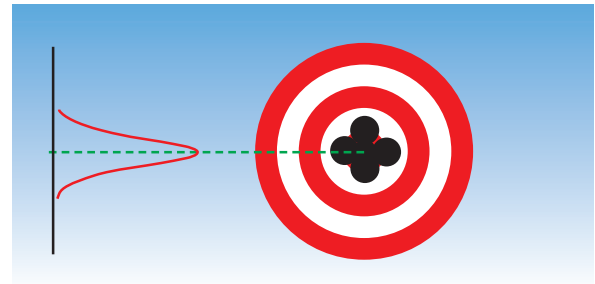


Figura 3.8: Preciso y no repetible: desviación típica baja, error medio bajo

La figura 3.8 muestra una controladora de peso en la que los resultados son precisos y repetibles. Todos los resultados están muy agrupados alrededor del centro de la diana y ofrecerían tanto una desviación típica baja como un error medio bajo a lo largo de todo el ciclo de producción.

3.3 Precisión de la controladora de peso

La precisión de la controladora de peso se define como la suma de la desviación típica y del error medio de los resultados del pesaje de un solo artículo pasado por la controladora de peso varias veces.

Cuando los propietarios de controladoras de peso hablan sobre la precisión de la controladora de peso, normalmente están hablando de repetibilidad y no de linealidad. Las controladoras de peso pueden evitar o compensar fácilmente errores medios altos. ¿Así pues, cómo determinamos la precisión de la controladora de peso?

Normalmente, las controladoras de peso no pueden pesar artículos con tanta precisión como una báscula estática comparable. Al determinar la precisión de una controladora de peso, en primer lugar se debe calcular la desviación típica.

El término "precisión" es en realidad una medida de la indecisión de la controladora de peso.

En el siguiente ejemplo, se pesa un solo producto de 110 g 100 veces en una controladora de peso. La prueba se realiza en movimiento con el producto pasando del transportador de entrada al transportador de peso y luego al transportador de salida. La prueba de 100 pasadas ofrece una serie de lecturas de peso que van de 109,7 a 110,3 gramos, tal como muestra la figura 3.9. Es importante tener en cuenta que en este ejemplo este producto tenía un peso real de exactamente 110 g, según determinó una báscula estática calibrada distinta.

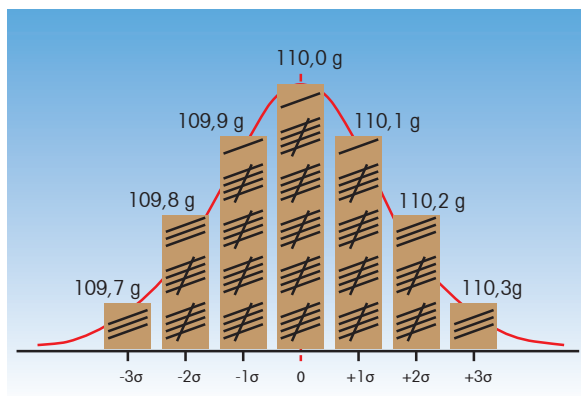


Figura 3.9: 99,7 % de los resultados entre 109,7 y 110,3 g

Los datos de la prueba resultantes indican que una controladora de peso tiene una precisión de $\pm 0,3$ g a $\pm 3\sigma$ o de 0,6 g a 6σ .

Hay dos puntos adicionales que esta prueba revela y que es importante conocer:

1. Un artículo con un peso real de 110 g podría aparecer como si tuviese un peso de entre 109,7 y 110,3 gramos.
2. Un artículo que se muestra en los datos de la controladora de peso como si tuviese un peso 110 g podría pesar realmente entre 109,7 y 110,3 gramos.

Esto es lo que se conoce como la zona de indecisión y es muy importante conocerla al establecer límites. Esto se tratará de modo más detallado al describir límites de zona más adelante en el capítulo 11.

"El término 'precisión' es en realidad una medida de la indecisión de la controladora de peso"

A diferencia de una báscula estática, hay muchas fuerzas dinámicas que actúan sobre una controladora de peso. Estas fuerzas son el resultado de una amplia gama de variables ambientales, del paquete y de la aplicación. Debido a estas fuerzas, la precisión de la controladora de peso no es igual a la precisión que pueden conseguir las básculas de alta precisión. Tenga en cuenta el entorno en el que se encuentra una controladora de peso: hay paquetes entrando y saliendo continuamente en el transportador de pesaje, con una velocidad de hasta varios centenares por minuto.

Un ejemplo es el proceso mediante el cual una persona se pesa en una báscula de baño en casa. La persona se pone sobre la báscula y espera a que el peso se asiente hasta mostrar una lectura estable. Si la persona fuese corriendo por la habitación y pasase por encima de la báscula corriendo, lo más normal es que las lecturas de peso varíen. Las células de pesaje de las controladoras de peso tienen tiempos de estabilización muy cortos, pero como el paquete nunca para de moverse, la célula de pesaje nunca se estabiliza totalmente para capturar una sola lectura de peso estática.

"La precisión tiene un precio"

Para obtener una controladora de peso con una mayor precisión, es posible que tenga que comprometerse la resistencia o la flexibilidad de la máquina para hacer frente a diversas aplicaciones. Un sistema con una precisión superior puede costar más dinero de entrada, aunque le ahorrará mucho más producto y le proporcionará beneficios a largo plazo gracias a la reducción del sobrellenado de producto, los residuos y los costes de reproceso. Una controladora de peso con una precisión inferior puede costar más a largo plazo.

3.3.1 Prueba de la precisión de la controladora de peso

El modo más sencillo de medir la precisión de una controladora de peso es realizar una prueba de precisión de varias pasadas. Es tan simple como sacar un paquete representativo de la línea de producción y pesarlo en una báscula estática. La báscula se ha tenido que calibrar y comprobar recientemente y debe tener una resolución al menos cinco veces superior a la de la controladora de peso. Se debe anotar el peso estático indicado.

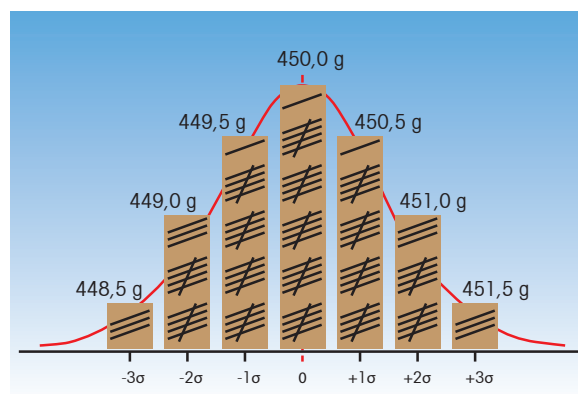


Figura 3.10: Prueba de 100 pasadas con 68 resultados entre 449,5 g y 450,5 g, que significa que la precisión es $\pm 0,5$ g a $\pm 1\sigma$ o de 3,0 g a 6σ

A continuación pase el mismo paquete por la controladora de peso a la velocidad de producción especificada. En este ejemplo, se han tomado 100 resultados de pesaje, aunque en muchos sistemas el cálculo se puede realizar con tan solo 30 resultados. Durante el mantenimiento, es normal utilizar 30 resultados, mientras que 60 resultados se utilizan normalmente durante la validación de la conformidad. A medida que se realiza cada pesaje, se deben anotar los resultados. Lo ideal es que se establezca una distribución normal de los pesos. Utilizando estos datos, calcule la media y la desviación típica. La precisión de la controladora de peso se puede definir a ± 1 , ± 2 o ± 3 desviaciones típicas (sigma) respecto a la media. El error medio es igual al valor absoluto de la diferencia entre el peso real de un artículo y el peso medio calculado por la controladora de peso.

En el ejemplo anterior, de una prueba de 100 pasadas, 68 de los resultados de pesajes se encuentran entre 449,5 y

450,5 gramos. Esto sería igual a una precisión de $\pm 0,5$ gramos a $\pm 1\sigma$ o 3 gramos a 6σ .

3.4 Control de peso: parte de un sistema de calidad integral

El control de peso no es la panacea de la calidad, pero es una herramienta eficaz cuando se utiliza junto con un programa de control de calidad bien diseñado. La controladora de peso sólo es un mensajero que informa de procesos aguas arriba. Con el mantenimiento adecuado y pruebas periódicas, un sistema de control de peso puede garantizar que no lleguen paquetes con un peso distinto al especificado o incompletos al consumidor final.

Para garantizar que una controladora de peso aproveche todo su potencial, se debe incluir en programas de mantenimiento preventivo y de limpieza. Es importante que los proveedores de controladoras de peso ofrezcan programas de mantenimiento preventivo que incluyan pruebas de verificación del rendimiento para mantener los sistemas en plena forma.

Una controladora de peso en perfecto estado puede permitir que haya paquetes que no cumplan el peso especificado que sigan por la línea si los límites de zona están establecidos incorrectamente. El personal de calidad y otras personas responsables del uso operativo de la controladora de peso deben ser capaces de calcular límites de peso y de zona aceptables para cada producto y línea de producción.

"No dispare al mensajero"

3.4.1 Retroalimentación, inspección y seguimiento

La controladora de peso se está convirtiendo cada vez más tanto en un dispositivo de entrada como en un mecanismo de retroalimentación para el control estadístico de procesos (SPC) general. Las controladoras de peso pueden contar, calcular estadísticas y enviar información de retroalimentación automáticamente a otros sistemas de la línea según el peso del producto.

Las controladoras de peso se pueden equipar con otras herramientas de inspección entre las que se incluyen detectores de tapas abiertas, máquinas de envolver, detectores de tapones y detectores de metales. Como herramienta de inspección, la controladora de peso es un buen lugar para documentar el rendimiento de los procesos para los requisitos de las especificaciones ISO, de los clientes, de las agencias e internos.

Tal como se ha descrito anteriormente, las controladoras de peso pueden presentar información en pantalla, por medio

de una impresora interna o en una señal de salida para una impresora o un sistema de recopilación de datos basado en un PC. Los controles se pueden integrar con un PLC y proporcionar una interfaz entre la controladora de peso y un sistema de control de supervisión y adquisición de datos SCADA (Sistema de control de supervisión y adquisición de datos).

Las controladoras de peso actuales tienen mucha capacidad para realizar tareas de control de calidad y seguimiento. Asegúrese de estudiar todas las funciones de sus controladoras de peso presentes o futuras para conseguir los máximos beneficios y valor para su empresa.

3.5 Definición de la precisión mínima necesaria

Para garantizar que la controladora de peso sea tan eficiente y útil como sea posible, hay una precisión mínima necesaria para que el sistema funcione eficazmente. Puede que la mejor precisión posible que puede proporcionar en teoría la controladora de peso no resulte adecuada para la aplicación. Se deben tener en cuenta los requisitos de manipulación de productos y el entorno en que funcionará la controladora de peso. Es posible que una controladora de peso de calidad de "laboratorio" no aguante bien en un entorno industrial adverso o en una planta de procesamiento de alimentos. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta el entorno y la aplicación de paquetes al igual que la precisión al invertir en una controladora de peso.

Hay dos tipos básicos de aplicaciones de una controladora de peso: "llenado" y "recuento". El llenado hace referencia a los productos que fluyen libremente o llenados a granel. El recuento hace referencia a pesos de piezas o a la búsqueda del peso de un artículo específico de un paquete.

3.5.1 Llenado

En las aplicaciones de llenado, cuanto mayor sea la precisión, menos producto se desperdiciará. Esto es aplicable tanto a la llenadora como a la controladora de peso. En las operaciones de llenado, el objetivo es conseguir la mayor precisión posible de la controladora de peso para el entorno y la aplicación. También es importante la variabilidad del peso de la tara (contenedor). No obstante, es la llenadora la que controla realmente la distribución de peso de llenado.

El modo más eficaz de reducir el sobrellenado de producto o los rechazos porcentuales es reducir la desviación típica de la llenadora. Una varianza más pequeña en el llenado permite ajustar más el peso requerido al peso etiquetado (véase la figura 3.11).

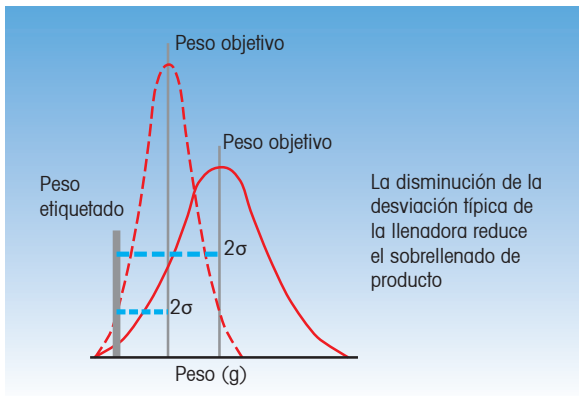


Figura 3.11: Precisión de la llenadora

La disminución de la desviación típica de la llenadora reduce el sobrellenado de producto. La desviación típica de la llenadora se puede reducir siguiendo las pautas siguientes:

- Utilice una llenadora adecuada para el producto.
- Mantenga la llenadora con una condición óptima.
- Proporcione un flujo de flujo de producto uniforme a la llenadora.



Consulte el capítulo 12 "Aumento de la eficiencia" y cómo funciona el control de información de retroalimentación.

3.5.2 Recuento

Cuando compruebe si faltan artículos o realice un "recuento" de los artículos por peso, se debe calcular la desviación típica total del paquete incluidos todos sus componentes.

La desviación típica total (DTtotal) multiplicada por tres (3 x DTtotal) debe ser inferior al peso del componente más pequeño que se debe verificar por peso. Si 3 x DTtotal es superior al componente más pequeño, la controladora de peso no podrá determinar por peso si el componente está realmente en el paquete. Cuando la variabilidad total del paquete es superior al peso del componente más pequeño que se debe comprobar, es posible que una controladora de peso no funcione en la aplicación. Se puede utilizar un sistema de control de peso de tara/bruto si la variación más grande la causa el contenedor.

Si la varianza total del paquete es inferior al peso del componente, la precisión de la controladora de peso debe ser mejor que el peso del componente más pequeño menos la varianza de peso del paquete total, es decir, $\leq 0,8 \times [P_{comp} - (3 \times DT_{total})]$, donde P_{comp} es el peso del componente más pequeño, DT_{total} es la desviación típica del paquete y todos sus componentes y 0,8 es un factor de seguridad. La precisión de la controladora de peso (**Ecp**) se puede definir a ± 1 , ± 2 o ± 3 desviaciones típicas con la misma fórmula:

$$Ecp \leq 0,8 \times [P_{comp} - (3 \times DT_{total})]$$

Nota: Si la precisión se calcula a 1 desviación típica, sólo el 68% de los artículos con pesos que igualen el punto de rechazo se clasificarán correctamente. El mismo valor de precisión a 3 desviaciones típicas garantizará que el 99,7% de los mismos elementos se clasifiquen correctamente (véase la sección 3.1).

Ejemplo: La precisión mínima necesaria para encontrar un componente por peso:

Primero encuentre DT_{total} , que es la desviación típica de suma de cada componente, incluido el envase.

$$(3 \times DT_{total}) + Ecp \leq P_{comp}$$

$$Ecp \leq P_{comp} - (3 \times DT_{total})$$

$$Ecp \leq 0,8 \times [P_{comp} - (3 \times DT_{total})]$$

Se deben envasar en una caja 8 pastillas, cada una de las cuales pesa 2 g. El peso del envase es de 32 g. El peso total de la caja incluidos todos los componentes es de 48 g.

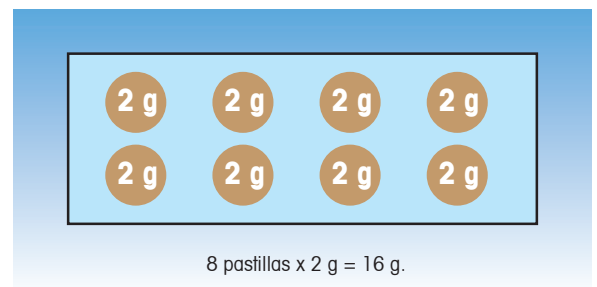


Figura 3.12: Ejemplo de 8 pastillas

5 cajas con los pesos siguientes en gramos (48, 47, 48, 48, 47), tienen como resultado una desviación típica de 0,547 (DT_{total}). Al multiplicar la DT_{total} por 3 se obtiene el resultado 1,64, que es inferior al peso del componente más pequeño (2 g). Si el resultado fuese superior a 2 g, no se podría determinar por peso si el componente se encuentra realmente en el paquete.

$$Ecp \leq 0,8 \times [2 \text{ g} - (3 \times 0,547)]$$

De acuerdo con la fórmula anterior, la precisión de la controladora de peso (**Ecp**) debe ser mejor que 0,287g.

Nota: También es posible para algunas controladoras de peso, que realizan comprobaciones de integridad, mostrar la cantidad de productos en lugar de sólo el peso, tanto en pantalla como en los informes estadísticos. Utilizando el producto de la figura 3.12 como ejemplo, en la pantalla aparecerá "8 pastillas".

Notas



Capítulo 4

Factores que afectan a la precisión

Hay varias condiciones que afectan a la precisión de una controladora de peso. Hay formas de compensar o eliminar estos problemas en un entorno de producción. Al plantearse invertir en una controladora de peso, siempre se debe tener en cuenta que los factores de producción ambientales y los atributos del producto pueden afectar a la precisión de control de peso.

4.1 El entorno

El entorno afecta a la precisión, y esto es algo común para todas las controladoras de peso. Algunos sistemas de controladores de peso están mejor equipados que otros para funcionar en entornos extremos; la figura 4.1 ilustra los principales riesgos ambientales para la precisión de la controladora de peso.

Algunas células de pesaje no resultan adecuadas para trabajar con **un nivel elevado de humedad y de fluctuaciones de temperatura**. Las células de carga extensométricas que no están selladas herméticamente pueden quedar expuestas a contaminantes externos. Las temperaturas y los gradientes de temperatura excesivos también pueden afectar al rendimiento del pesaje.



Los residuos y el polvo que cae sobre la sección de pesaje y alrededor de ella puede hacer que el ajuste cero de la controladora de peso se desvíe. Si se acumulan residuos continuamente sobre los transportadores o las plataformas, la controladora de peso tendrá que ponerse a cero continuamente. Una estrategia eficaz consiste en proteger la sección de pesaje frente a las materias extrañas o mantener un área de producción razonablemente limpia alrededor de la controladora de peso.



Cualquier **vibración** introduce “ruido” o señales no deseadas en la controladora de peso. La causa puede ser una tolva, una prensa que se encuentre cerca o incluso otro transportador que esté en contacto con la controladora de peso. Las controladoras de peso de alto rendimiento pueden filtrar

automáticamente algunos ruidos externos. No obstante, para conseguir un rendimiento óptimo, una controladora de peso debe estar aislada frente a vibraciones externas.

Las corrientes de aire también pueden afectar a las indicaciones de la controladora de peso. Es especialmente importante evitar corrientes de aire alrededor de controladoras de peso muy sensibles como, por ejemplo, las que se utilizan en la industria farmacéutica. Aunque la corriente de aire sea mínima, un corta-aíres puede resultar igualmente útil. Si tiene una controladora de peso muy sensible, intente pasar la mano por encima de la sección de pesaje sin tocarla. Es posible que observe una fluctuación de peso.

El ruido eléctrico, como por ejemplo una descarga electrostática (ESD), interferencias electromagnéticas (EMI) e interferencias por radiofrecuencia (RFI), puede interferir en las indicaciones de la controladora de peso. La RFI puede ser provocada por avisadores, teléfonos móviles y “walkie-talkies”, además de por otras máquinas. Si no están debidamente apantallados, los variadores de frecuencia y otros componentes que se encuentren cerca de la controladora de peso también pueden tener un efecto adverso sobre los sensibles circuitos de pesaje y de procesamiento de datos. La acumulación de electricidad estática en una controladora de peso provocará una aparente acumulación de peso con mucha rapidez y no se puede filtrar de las lecturas. La acumulación estática puede ser provocada por la maquinaria o los artículos que pasen por la sección de pesaje. Se recomienda el uso de corta-aíres antiestáticos para aplica-



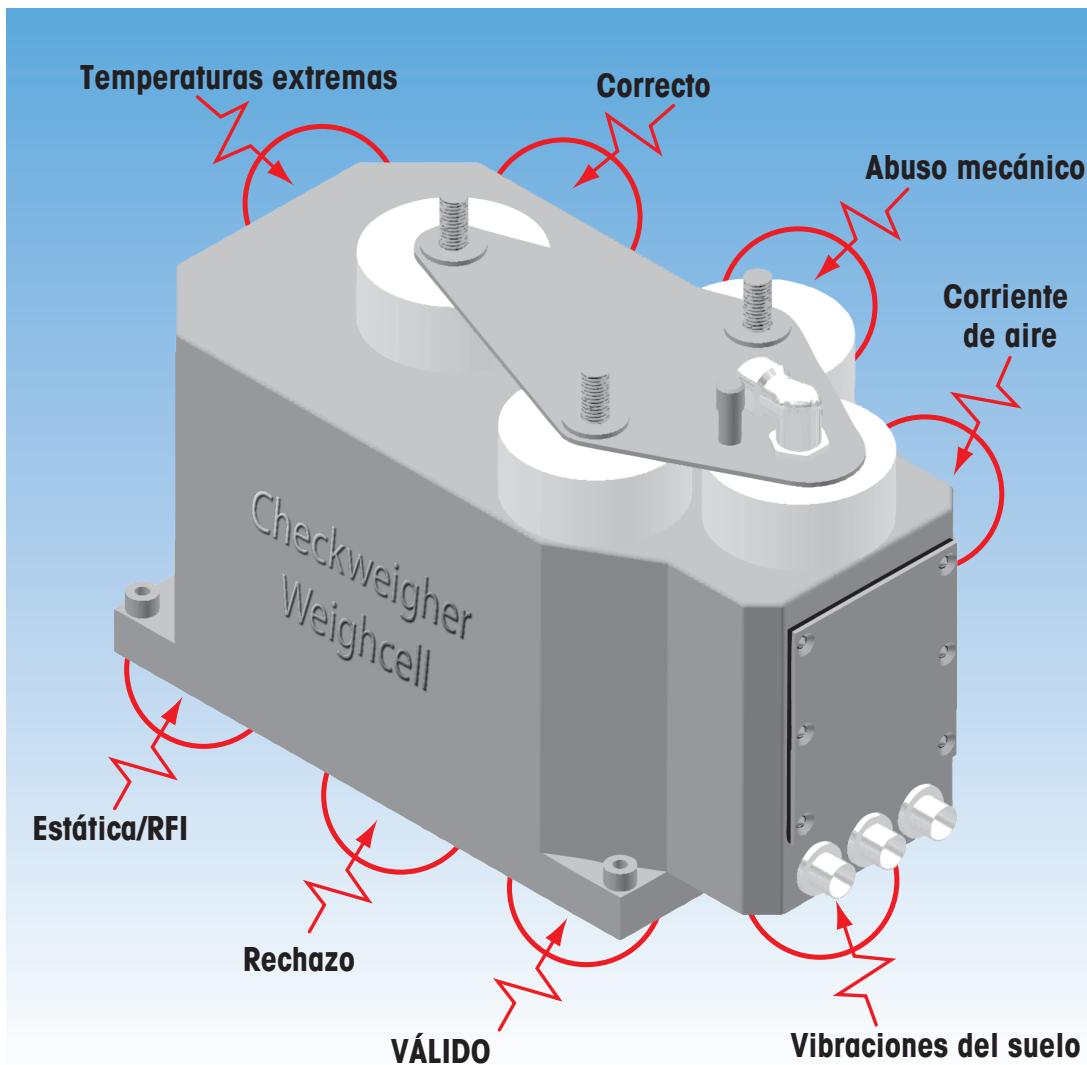


Figura 4.1: Influencia del ambiente sobre la precisión

ciones muy sensibles porque incluso un corta-aíres o una protección puede causar la acumulación estática. Además, todos los componentes deben estar conectados a tierra.

Un **entorno cáustico** puede degradar una célula de pesaje y otros componentes. Hay controladoras de peso disponibles en muchos materiales. Los componentes de acero inoxidable resistirán los entornos difíciles o el contacto frecuente con el agua. A otros materiales se les puede aplicar una capa de pintura resistente, pero no tendrán resistencia en **entornos de lavados fuertes**.

Algunas células de pesaje son de aluminio. Éstas funcionan bien y cuestan menos que las células de pesaje de acero, pero no están diseñadas para el contacto con agua u otras sustancias corrosivas.

Una de las causas más comunes de una precisión deficiente es el **abuso mecánico**. Cualquier empleado que trabaje con controladoras de peso y en su entorno puede estropear la controladora de peso sin darse cuenta. A continuación se

ofrecen algunos ejemplos: pisar una plataforma de pesaje, aplicar un par de presión excesivo en una célula de pesaje apretando un perno o girar el cuerpo de un transportador de pesaje y limpiar la controladora de peso indebidamente.

4.2 El producto

El producto ideal para una controladora de peso debe estar firmemente cerrado en un envase uniforme y no debe empujar, agitarse ni vibrar mientras pase por la controladora de peso. La viscosidad de un producto líquido puede afectar a las lecturas de peso de la controladora de peso al agitarse o vibrar (figura 4.2).

Cuando el paquete pasa a la plataforma de pesaje, cuanto menos estable sea el contenido, más tiempo necesitará la célula de pesaje para obtener una lectura de peso precisa. Hay muchos modos de hacer frente a la inestabilidad de un producto (véase el capítulo 5 "Diseño de los sistemas y aplicaciones").

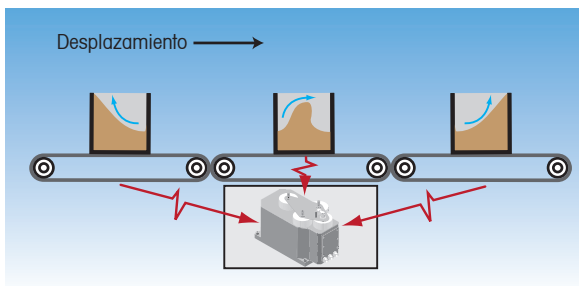


Figura 4.2: Producto vibrante

Al igual que otros residuos, el producto suelto que cae sobre la báscula puede impedir la obtención de indicaciones de peso precisas (figura 4.3). Casi todas las controladoras de peso ponen a cero periódicamente la célula de pesaje cuando hay un vacío en la línea, pero normalmente esto no es posible entre cada artículo. La lectura de cero puede aparecer para dar cuenta de un producto que se haya caído; no obstante, no detectará todos los productos que se hayan derramado. Por ejemplo, si pasan bolsas de harina abiertas por una controladora de peso, puede ser que caiga un pequeño montón de harina de la primera bolsa sobre la plataforma. Es posible que no se elimine este montón antes de que pese la siguiente bolsa. La controladora de peso no tiene tiempo de ponerse a cero antes del siguiente paquete. Aunque la segunda bolsa tenga un peso insuficiente, es posible que la controladora de peso la acepte debido al peso adicional del producto que se ha caído.

En conclusión, se deben tener en cuenta las buenas prácticas de diseño para las aplicaciones en las que se produzca acumulación de producto o material extraño caído. Entre estas prácticas figura la reducción al mínimo de la superficie sobre la cual el producto puede acumularse o la incorporación de zonas de caída para ayudar en las rutinas de limpieza.

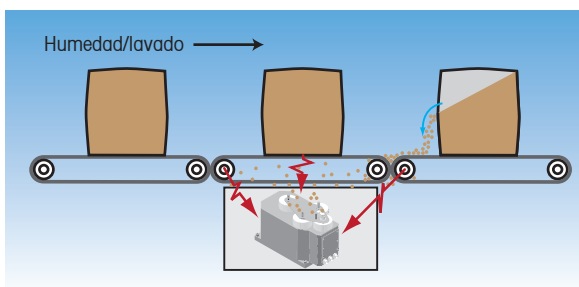


Figura 4.3: Producto suelto

Un paquete bajo y ancho es mucho más estable que un paquete alto y estrecho. Por ejemplo, las botellas de champú suelen considerarse inestables debido a su relación altura/anchura. Cuando una botella de champú pasa por una controladora de peso o pasa de un transportador a otro, tiene tendencia a tambalearse (figura 4.4).

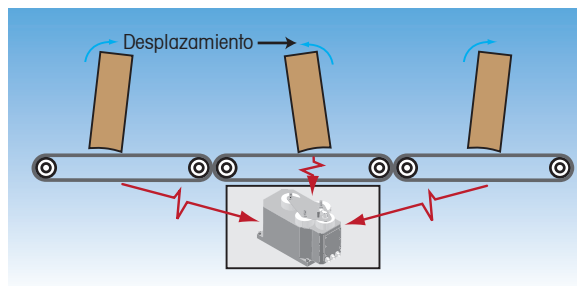


Figura 4.4: Productos inestables

Los productos inestables que se tambalean afectan a la precisión de la lectura, ya que es posible que no acaben de asentarse por completo en ningún momento. Los rieles de guía antes y después de la controladora de peso pueden resultar útiles, pero no deben entrar en contacto con ningún producto mientras éste se encuentre sobre la plataforma de pesaje.

Tal como sucede con la relación altura/anchura, el espacio que ocupa el artículo también es muy importante. Cuanto mayor sea la superficie de contacto con el transportador de pesaje, mejor. Cuanto más bajo sea el centro de gravedad, más estable será el paquete. Por lo tanto, es importante especificar el espacio que ocupa, así como las dimensiones físicas del artículo, al proveedor de una controladora de peso. Es más fácil pesar envases de cartón y latas uniformes que bolsas de polietileno cuya forma y espacio que ocupan puede variar de artículo en artículo (figura 4.5). Es más difícil tener en cuenta productos de forma variable al programar la controladora de peso, y esto puede tener como consecuencia la programación de un tiempo de pesaje inferior.



En la mayoría de controladoras de peso, un sensor óptico indica que un artículo está entrando en el área de pesaje. Un producto que ocupe un espacio no circular y que se haya girado de un lado a otro o un producto que se haya desplazado puede provocar que la controladora de peso empiece a registrar pesos prematuramente y, por lo tanto, que la lectura del artículo sea de peso insuficiente. Los artículos deben llegar a la controladora de peso con la misma orientación en todo momento.

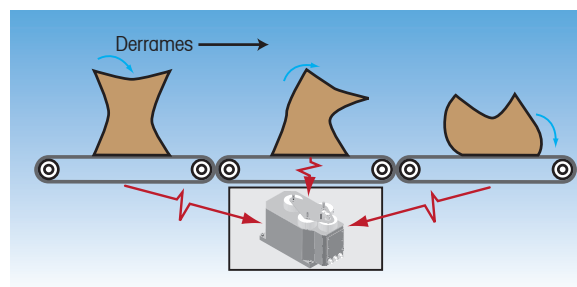


Figura 4.5: Productos de forma variable

Los productos reflectantes, como algunas bolsas de polietileno, superficies metálicas y envases de cartón envueltos con película reflectante pueden confundir al sensor óptico. Esto puede hacer que la medición del peso se realice tarde (indicando un artículo ligero) o que no registre ningún peso en absoluto. El problema se puede solucionar ajustando el ángulo del sensor óptico o la iluminación superior. En algunos casos, es posible que se necesite un sensor óptico especial para productos reflectantes.

La temporización y el espaciado incorrectos de los artículos pueden sobrecargar la célula de pesaje colocando más de un paquete a la vez en la sección de pesaje. Como regla general, los artículos se deben espaciar un par de centímetros más que la longitud de la sección de pesaje.

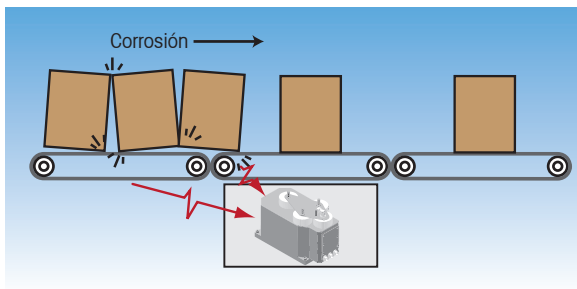


Figura 4.6: Espaciado entre productos incorrecto

Capítulo 5

Diseño del sistema y aplicaciones

En el capítulo anterior se han expuesto las características definitorias de un sistema de control de peso fiable. También, es importante conocer los tipos de sistemas disponibles, en qué puntos se pueden instalar y la forma correcta de especificarlos para la aplicación propia, las prácticas recomendadas y los códigos de práctica aceptados. El tiempo que se invierta en especificar correctamente el sistema de control de peso se verá recompensado, porque no será necesario realizar modificaciones importantes después de la instalación y las tareas de verificación del equipo resultarán más sencillas.

En este capítulo se ofrece orientación práctica sobre la selección del equipo y se explica cómo adoptar técnicas de trabajo óptimas. Se divide en tres secciones principales:

- Manipulación de paquetes
- Rechazo de artículos
- Consideraciones ambientales

5.1 Manipulación de paquetes

Una parte muy importante del control de peso es la manipulación de paquetes. El espaciado exacto y uniforme entre los paquetes, en combinación con un alto grado de estabilidad del producto, son factores clave para conseguir resultados de pesaje precisos.

Algunas controladoras de peso están diseñadas expresamente para ciertos tipos de envases, como latas, bolsas, envases de cartón, cajas, artículos pesados, artículos ligeros, botellas altas, etc. Algunas están construidas para productos inestables con tendencia a volcar y que ocupan poco espacio en el transportador o con una relación altura/anchura desfavorable.

En las líneas de producción farmacéuticas las controladoras de peso cuentan con opciones especiales para hacer el proceso más seguro. Entre estas opciones figuran dispositivos que garantizan que los paquetes se dirijan, orienten y rechacen correctamente. Con esto se evitan fallos del equipo aguas abajo y se permite la aplicación de métodos de verificación para mejorar el proceso de calidad de producto.

Los paquetes rígidos que ocupan un espacio uniforme, como por ejemplo las latas o los envases de cartón, se desplazan bien sobre cadenas, mientras que las bolsas y los artículos

maleables por lo general se desplazan mejor sobre cintas. Los rieles de guía pueden dirigir y estabilizar artículos cuya altura es superior a su anchura. Algunos artículos pequeños o inestables requieren tornillos de sincronización para espaciar los productos antes de llegar a la sección de pesaje.

Hay muchos tipos diferentes de cintas transportadoras y materiales que se pueden utilizar en la sección de pesaje para reducir la fricción y aumentar la precisión. Dos ejemplos de éstos son:

- Cinturones, que se utilizan para pequeños productos para conseguir una precisión más alta.
- Juntas tóricas, que reducen el efecto que tienen los derrames durante el pesaje sobre los resultados del pesaje.

La fricción también está causada por la humedad que hay debajo de la cinta y la fuerza descendente que ejerce el artículo sobre la cinta. Esto se puede reducir al mínimo usando plataformas de pesaje con características de superficie especiales, cintas especiales o procedimientos de limpieza y secado adaptados.

5.1.1 Transferencias

La transferencia de productos de la línea de producción a la controladora de peso y luego de vuelta a la línea de producción es muy importante, ya que cualquier movimiento innecesario del producto durante el pesaje afectará a la precisión. La vibración causada por transferencias complicadas o desniveladas entre sistemas también tendrá un efecto negativo sobre la precisión del pesaje. Hay tantas soluciones de transferencia posibles como productos y aplicaciones. A continuación se ofrece una lista de unas cuantas soluciones

de transferencia comunes para productos difíciles:

- Cintas de transferencia de mordaza lateral en la figura 5.1
- Unidades de transferencia mecánica en la figura 5.2
- Transferencia lateral en la figura 5.3
- Rodillos accionados y rodillos de gravedad

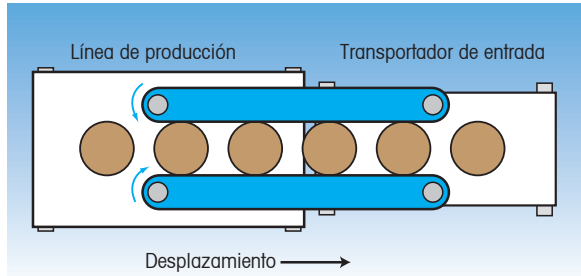


Figura 5.1: Cintas de transferencia de mordaza lateral, vista superior

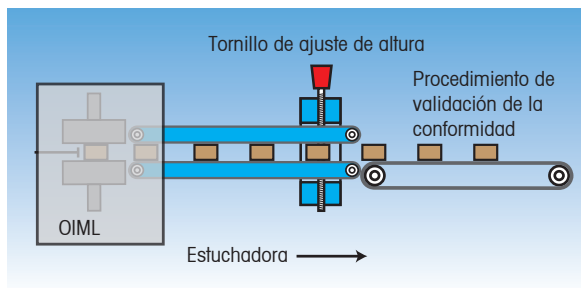


Figura 5.2: Unidad de transferencia mecánica, vista lateral

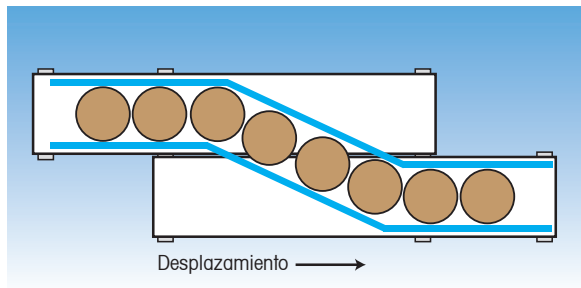


Figura 5.3: Transferencia lateral, vista superior

También hay disponibles controladoras de peso con poleas de diámetro pequeño y transferencias en "cola de milano" (figura 5.4) para transferencias más suaves de artículos inestables.

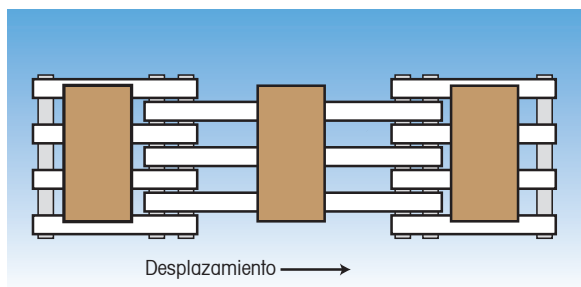


Figura 5.4: Cintas de transferencia en "cola de milano", vista superior

Cuando los transportadores de entrada y salida a ambos lados de la controladora de peso tienen rodillos de diámetro grande, que forman un hueco entre ellos, se puede utilizar una placa de transferencia o un rodillo adicional con un diámetro inferior.

5.1.2 Espaciado de paquetes con transportadores

Para pesar con precisión, es esencial que sólo haya un artículo a la vez en la sección de pesaje. Si no hay bastante espaciado entre artículos, se producirán errores en el pesaje. A fin de crear o mantener un paso apropiado, las cintas de espaciado aceleran los productos y crean un hueco más grande entre artículos, tal como se muestra en la figura 5.5. En este caso el transportador de espaciado irá a una velocidad más rápida que la línea de producción.

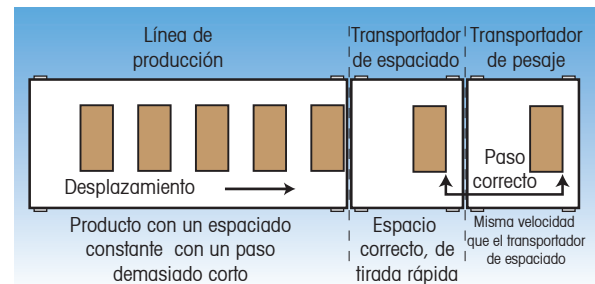


Figura 5.5: Espaciado entre paquetes, vista superior

Si los artículos se acercan aleatoriamente a la controladora de peso sin un espaciado uniforme, tal como se muestra en la figura 5.6, puede ser necesario temporizar los paquetes. Un transportador con temporización crea un espaciado uniforme entre los artículos.

Normalmente, el transportador con temporización reducirá la marcha de los paquetes para crear el espaciado de extremo a extremo (donde el paso equivale a la longitud del artículo). La temporización prepara los artículos para el transportador de espaciado.

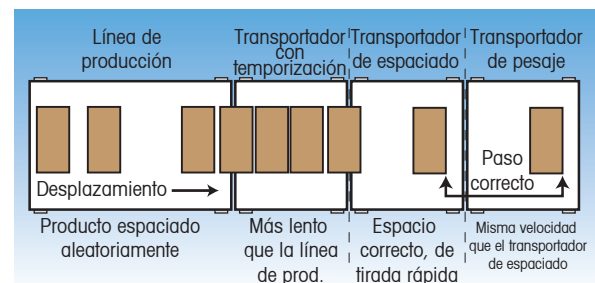


Figura 5.6: Temporización y espaciado entre paquetes, vista superior

Se puede aplicar la "regla de oro del espaciado" para determinar el espaciado, la velocidad del transportador y la productividad de la línea.

La regla de oro:

$$\text{Velocidad del transportador} = \text{Paquetes por minuto} \times \text{Paso}$$

$$100 \text{ PPM} \times 400 \text{ mm paso} \\ = 40\,000 \text{ mm/min.} / 1000 = 40 \text{ m/min}$$

El paso es la distancia entre dos artículos, medida desde el borde anterior de un artículo hasta el borde anterior del siguiente artículo o de centro a centro, en milímetros.



Si no se utiliza una sección de temporización cuando hay un espaciado entre artículos aleatorio como se muestra en la figura 5.6, las secciones de espaciado y de pesaje deben desplazarse a una velocidad superior para crear la separación correcta especialmente en previsión de la peor situación posible (artículos de extremo a extremo). En este caso, el aumento de velocidad pondría en peligro la precisión y provocaría un desgaste adicional de los componentes de la controladora de peso.



Nota: Hay una amplia variedad de reglas muy generales sobre diferenciales de velocidad, una de las cuales es que la diferencia entre las velocidades de 2 transportadores no debería ser superior a entre 10 y 15 m/min o, de lo contrario, el producto puede cambiar su orientación. Se deberá consultar al proveedor de la controladora puesto que estos parámetros cambian según el propio paquete.

5.1.3 Otras soluciones de espaciado

Puede que no sea posible usar transportadores para espaciar productos difíciles de manipular. Esto se debe principalmente a dificultades de estabilidad provocadas por una aceleración o desaceleración repentina de los productos. Aunque hay numerosas soluciones de espaciado, dos de las alternativas más comunes son:

- Tornillo de sincronización en la figura 5.7
- Transportadores de rueda estrellada y de mordaza lateral en la figura 5.8

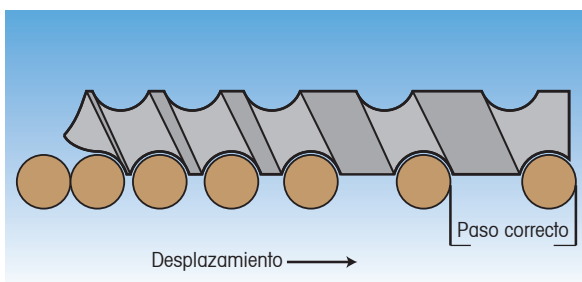


Figura 5.7: Tornillo de sincronización, vista superior

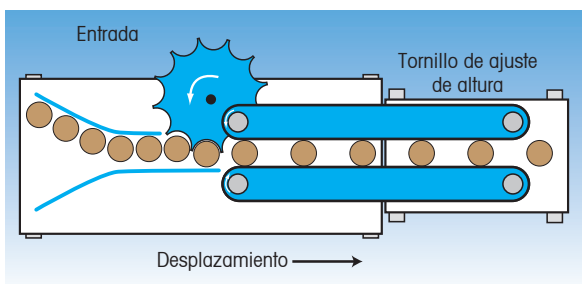


Figura 5.8: Rueda estrellada y mordazas laterales, vista superior



Nota: La temporización y el espaciado de paquetes son una parte crítica de la manipulación de paquetes y del control de peso preciso.

Algunos paquetes no se pueden temporizar de forma uniforme. Los paquetes deben ser rígidos y no debe haber posi-

bilidad de que se solapen. Puesto que las bolsas no tienen lados rígidos, se juntarán cuando se reduzca su velocidad. Las tapas que se extienden en dirección del flujo causarán el solapamiento de los artículos cuando lleguen de extremo a extremo. El solapamiento puede provocar problemas de manipulación de paquetes aún peores aguas abajo.

Si la controladora de peso va a estar situada directamente a continuación de una embolsadora, una envasadora de cajas o una llenadora, es muy probable que los artículos estén debidamente temporizados y espaciados.

5.1.4 Consejos universales para la manipulación de productos para controladoras de peso

- Los rieles de guía laterales antes y después de la plataforma de pesaje ayudarán a mantener la estabilidad de producto; sin embargo, los artículos no deben entrar en contacto con los rieles de guía mientras se estén pesando.
- En los casos en que la acumulación de productos sea una preocupación, se debe utilizar la puesta a cero automática y se debe proporcionar suficiente espacio entre paquetes para permitir que la controladora de peso se ponga a cero.
- Cuanto más ancho sea el producto mejor. Debido a su centro de la gravedad, un artículo bajo y ancho es más estable que un artículo alto y estrecho. Este dato es importante para los diseñadores de productos.

5.2 Rechazo de artículos

El mejor modo de rechazar un producto viene determinado por las características del producto, los requisitos de la aplicación y la acción correctiva que posiblemente tenga que llevarse a cabo. A continuación se incluye información sobre dispositivos de rechazo básicos, su función y breves descripciones sobre dónde se emplean normalmente.

Se envía una señal de rechazo del controlador de la controladora de peso a un dispositivo de rechazo de la controladora de peso o más adelante aguas abajo. Los dispositivos de rechazo pueden ser parte integrante de la controladora de peso o se pueden suministrar por separado. Los temporizadores se ajustan para que rechacen el artículo pertinente después de haberse definido como un artículo que no cumple el peso especificado.

Las controladoras de peso también pueden aceptar señales de rechazo de otros dispositivos de detección de defectos, como por ejemplo detectores de metales y dispositivos de inspección por rayos X, detectores de tapas abiertas, de ausencia de tapones y de paquetes torcidos y rechazar los artículos correspondientes de la línea.

Se utilizan varios métodos para rechazar artículos. Un simple chorro de aire resulta óptimo para los paquetes más ligeros de hasta 500 gramos, cuando el artículo es individual (figura 5.9).

También se pueden utilizar chorros de aire potentes para quitar bolsas grandes tipo almohada de los productos. Si el producto es frágil o está en un contenedor abierto, se recomiendan modos más suaves de rechazo. Un dispositivo de rechazo por chorro de aire consiste en una manguera de aire que fuerza el paso de aire por una boquilla a alta presión. El chorro de aire que resulta expulsa los artículos del transportador. Entre los factores clave para el éxito de los dispositivos de rechazo de chorro de aire están el flujo instantáneo de aire, la densidad del paquete y la distribución uniforme del material dentro del paquete.

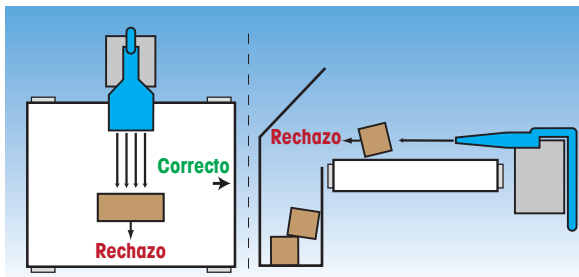


Figura 5.9: Dispositivo de rechazo por chorro de aire, vista superior y lateral

Los dispositivos de rechazo por empuje (Figura 5.10) se pueden utilizar en una amplia gama de tamaños y pesos de paquetes. Los dispositivos de rechazo por empuje consisten en un cilindro de aire y una placa montada en el eje de un pistón. Cuando se debe rechazar un artículo, el cilindro de aire se activa mediante aire comprimido y la placa que hay al final del pistón empuja el artículo fuera del transportador.

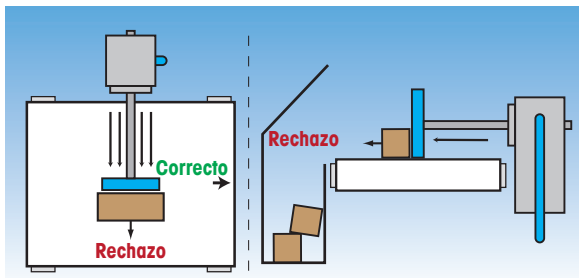


Figura 5.10: Dispositivo de rechazo por empuje, vista superior y lateral

Los dispositivos de rechazo por barrido (figura 5.11) pueden rechazar productos más suavemente que los dispositivos de rechazo por chorro de aire o algunos dispositivos de rechazo por empuje y se pueden utilizar con contenedores abiertos o artículos que se reclamarán. Los dispositivos de rechazo por barrido son similares a los dispositivos de rechazo por empuje pero utilizan una pala sobre un punto pivotante para "barrer" artículos fuera del transportador.

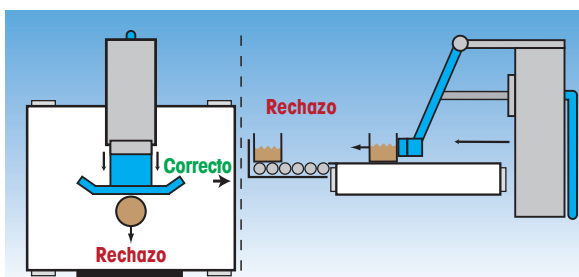


Figura 5.11: Dispositivo de rechazo por barrido, vista superior y lateral

Se pueden utilizar mesas giratorias o caminos de rodillos frente al dispositivo de rechazo para recoger los artículos en posición vertical para su posterior recogida.

Se pueden utilizar puertas para distribuir y dirigir productos entre varias líneas. Se pueden utilizar puertas como herramienta de rechazo o de clasificación suave. Por lo general se activan neumáticamente. Las puertas centrales (figura 5.12) giran en un plano vertical y dirigen los artículos a la izquierda o a la derecha.

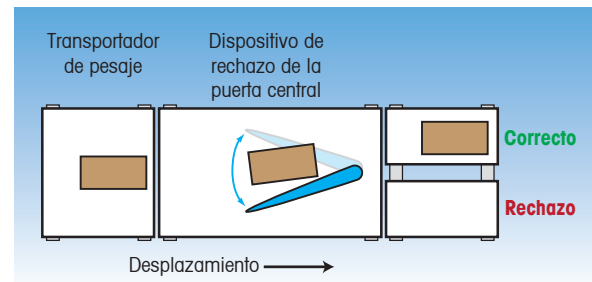


Figura 5.12: Dispositivo de rechazo de puerta central, vista superior.

Las puertas paralelas (figura 5.13) son más sofisticadas y proporcionan un mejor apoyo a los lados del paquete y pueden proporcionar un rechazo más suave que una sola puerta. Resultan ideales para contenedores abiertos o inestables, ya que guían los artículos suavemente una vez que están dentro de las puertas. Las puertas se deben utilizar en combinación con cintas de baja fricción que permiten que los artículos se deslicen a un lado fácilmente.

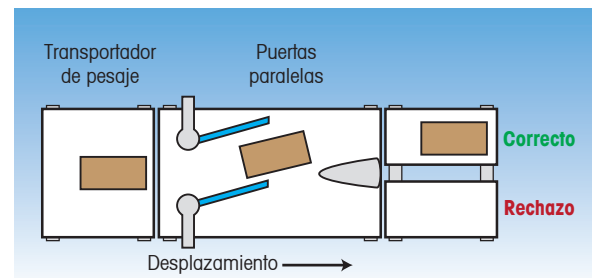


Figura 5.13: Dispositivo de rechazo de puerta paralela, vista superior

Los divisores (Figura 5.14) pueden separar artículos en dos o más líneas y se utilizan para rechazar, clasificar, separar o unir artículos. Como dispositivo de rechazo, se utilizan con artículos inestables y no envasados, como por ejemplo, las botellas abiertas o las bandejas con carne de ave o de otras clases para rechazos muy suaves. El producto se transporta mediante guías de deslizamiento de poca pendiente o placas a las líneas apropiadas.

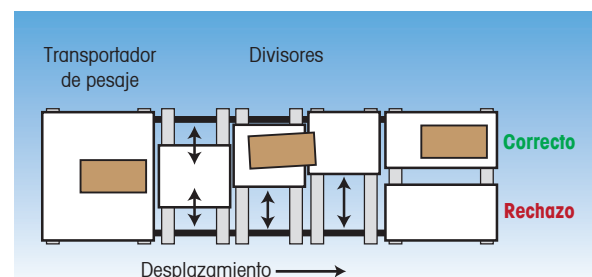


Figura 5.14: Divisores, vista superior

Los dispositivos de rechazo neumáticos necesitarán una fuente de aire limpia. Hay disponibles pequeños filtros que pueden limpiar el aire justo antes del dispositivo de rechazo. Los sistemas de suministro neumáticos deben incluir desengrasadores y deshumidificadores.

Los dispositivos de rechazo con puerta levadiza (figura 5.15) o los dispositivos de expulsión automática de envases con pesos incorrectos (figura 5.16) son transportadores que se inclinan hacia arriba o hacia abajo mecánicamente para rechazar artículos.

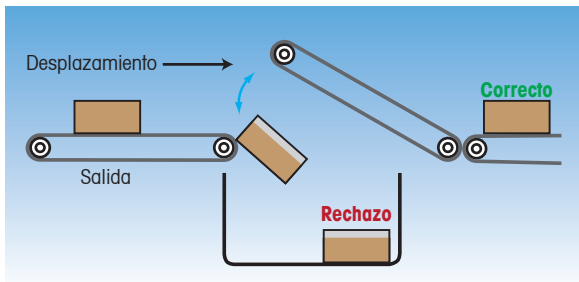


Figura 5.15: Dispositivo de rechazo con puerta levadiza, vista lateral

Resultan útiles para artículos que son difíciles de dirigir fuera de la dirección de desplazamiento. Los transportadores de puerta levadiza y los dispositivos de expulsión automática de envases con pesos incorrectos presentan limitaciones en cuanto a la altura del artículo y la productividad.

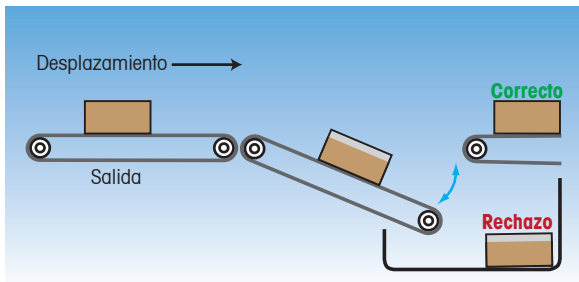


Figura 5.16: Transportador de expulsión automática de envases con pesos incorrectos, vista lateral

La mayoría de las controladoras de peso pueden emitir una alarma sonora o parar después de que se haya rechazado un número predeterminado de artículos consecutivos. Esto reducirá al mínimo el número de productos rechazados y es normalmente una indicación clara de que ha habido un fallo del sistema en algún punto de la línea de producción.

Algunas controladoras de peso, especialmente las utilizadas para pesar grandes cajas o barriles, enviarán la señal de parada a un transportador y emitirán una alarma sonora cuando encuentren un paquete que no cumple el peso especificado. La parada del transportador resulta práctica si la productividad de los artículos es baja y cuando se esperan pocos rechazos, puesto que se requiere una respuesta manual por parte de un operario para que siga la producción.

5.2.1 Temporización de rechazo

Siempre se necesita un retardo entre el momento de la determinación del peso y la llegada al punto de rechazo. Este

intervalo puede oscilar entre fracciones de segundo, para aplicaciones de alta velocidad en las que la controladora de peso y el dispositivo de rechazo se encuentran muy juntos, y hasta 30 segundos cuando el rechazo está planificado en un punto alejado, ya sea manual o automáticamente.

5.2.2 Aplicaciones de velocidad variable y con paradas/arranques

Se hace difícil efectuar un rechazo y una temporización precisas si la cinta transportadora funciona con velocidad variable o si se puede parar mientras haya productos entre la sección de pesaje y el sistema de rechazo. El tiempo que emplea el producto en desplazarse hasta el punto de rechazo no es constante, de forma que no se puede utilizar un sencillo método de retardo.

La controladora de peso supervisa y calcula constantemente la posición exacta de todos los productos en el sistema utilizando la salida con pulsos generada por los motores del transportador con sensores de barrera de luz. Éstos señalan la cantidad del movimiento de la cinta después de que cada producto haya entrado en el sistema, incluso cuando se transfieren a las secciones siguientes.

5.3 Cambio de producto

El cambio de producto puede implicar el ajuste de varios atributos, entre los que figuran ajustes de control, rieles de guía y velocidades de cinta. La mayoría de las controladoras de peso tienen una configuración de memoria para varios productos, normalmente de 100 a 400 productos. El cambio de productos guardados en la memoria debe ser cuestión de pulsar unos cuantos botones. Una vez que se han ajustado por primera vez los temporizadores y los límites para un producto, cualquier cambio posterior debe ser rápido y sencillo.

La memoria de productos debe ser suficiente para todas las necesidades de productos, sobre todo cuando se transportan numerosos productos cuando se requieren velocidades variables. Es recomendable destinar también un poco de espacio para la expansión. Es posible que haya almacenes que tengan tiradas cortas de miles de artículos y paquetes diferentes. En estos casos, es posible que se necesite cierto ajuste manual.

El ajuste se puede realizar remotamente y se puede cambiar automáticamente utilizando una interfaz PLC con la controladora de peso (para obtener más información sobre PLC consulte el capítulo 12). Esto no incluye ningún cambio mecánico, como la anchura de los rieles de guía o centros de cadena, pero incluye toda la preprogramación subyacente de pesos de tara, límites de clasificación y control del motor de velocidad variable.

Se recomienda buscar rieles de guía que puedan ajustarse rápidamente para aplicaciones con tamaños de artículo diferentes. Deben poder ajustarse fácilmente sin necesidad de herramientas en cuestión de segundos.

Algunos transportadores están ajustados para cambiar las anchuras de la línea central rápidamente. Una vez más, la colocación flexible resulta muy útil si se transportan artículos de diferentes medidas constantemente. En muchas aplicaciones, no es necesario ajustar la anchura de la sección del transportador.

Se deben utilizar variadores al transportar artículos a distintas velocidades; de lo contrario, algunos artículos pueden pesarse más rápido de lo necesario. Los variadores resultan especialmente útiles cuando el tamaño del paquete, el espaciado y la producción de la línea cambian de una tirada de producto a otra. Los ajustes de velocidad se pueden almacenar en la configuración del producto.

Algunas controladoras de peso pueden leer opcionalmente códigos de barras por medio de escáneres y luego cambiar las configuraciones del producto y del límite de peso automáticamente cuando se acerque un artículo. Los escáneres de códigos de barras resultan especialmente útiles en aplicaciones de almacenamiento y correo en las que se pueden llenar y comprobar cajas en un orden aleatorio.

5.4 Consideraciones ambientales

Cuando se considera el entorno, puede ser difícil saber exactamente qué tipo de controladora de peso se necesita y puede resultar más fácil consultar al proveedor de la controladora con fines orientativos.

Varias consideraciones sobre la aplicación ayudarán a definir las necesidades básicas de control de peso: entorno del sistema, precisión necesaria, producción de la línea y especificaciones del paquete. Las páginas siguientes tratan sobre aspectos ambientales.

5.4.1 Entorno

En el capítulo 4 ya se han tratado los atributos ambientales que afectan potencialmente a la precisión y la vida útil de la controladora de peso. Ahora debemos tener en cuenta cómo determinan estos atributos las necesidades ambientales de una controladora de peso.

Temperatura

La aplicación puede estar en un área refrigerada o con calefacción. Puede pesar artículos congelados, refrigerados o calentados y la temperatura ambiental puede variar en 10 o más grados durante el día. La temperatura también puede afectar a algunos otros procesos rutinarios en sistemas productivos. En la mayor parte de las aplicaciones de controladoras de peso, la temperatura no será un problema, pero si hay fluctuaciones importantes o extremas, es mejor aclararlo con el proveedor de la controladora de peso.

Las grandes fluctuaciones de temperatura o las temperaturas extremas pueden causar condensación. En estos casos, es necesario usar aislamiento y sellado contra la condensación para los controles, las cajas de conexiones, los motores y las células de pesaje. Los productos muy calientes o fríos también pueden requerir el uso de materiales especiales para la cinta.

Las células de carga extensométrica detectarán cambios de temperaturas o gradientes e identificarán dichos cambios como pesos imprecisos. Cuando la temperatura se estabilice, la controladora de peso podrá reanudar las operaciones normales y procesar los paquetes con precisión.

Humedad

Si hay humedad o condensación excesiva en los artículos que se deben pesar o alrededor de ellos o si las superficies se deben lavar regularmente con agua, la controladora de peso necesitará un nivel de protección contra la entrada de agua apropiado. El acero dulce y el aluminio sin tratar acabarán por corroerse en un ambiente húmedo aunque tenga pintura o una capa hidrófuga.

Si la humedad se acumula sólo en el área del producto, puede ser suficiente con disponer de componentes de acero inoxidable e impermeables alrededor del área del producto.

Producto o entorno cáustico

Si los productos o los procedimientos de limpieza contienen elementos corrosivos como productos químicos clorados, azúcares o sal, la controladora de peso deberá haber sido diseñada y construida para resistir lavados fuertes.

HACCP

Hazard Analysis and Critical Control Points (análisis de riesgos y puntos críticos de control) es un enfoque preventivo sistemático para la seguridad de los alimentos orientado a los riesgos físicos, químicos y biológicos utilizado como medio de prevención más que de inspección del producto acabado. HACCP se utiliza en la industria alimentaria para identificar posibles riesgos de seguridad alimentaria, de modo que puedan realizarse acciones clave, conocidas como puntos de control críticos (PCC), para reducir o eliminar el riesgo de los peligros existentes. El sistema se utiliza en todas las etapas de los procesos de preparación y producción alimentaria, incluidos el procesamiento, la preparación, el envasado y la distribución de alimentos.

Estándares de protección contra la entrada de agua

La National Electrical Manufacturers Association (NEMA, Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) estableció estándares para controles y sistemas industriales. Estos estándares clasifican los sistemas por su capacidad de mantener las partículas y la humedad fuera de una carcasa o

conector. Los términos siguientes describen la protección del entorno necesaria para los controles y las carcasas de la controladora de peso. Se puede obtener información adicional y descripciones ampliadas por medio de Internet. Entre las clasificaciones comunes se encuentran las siguientes:

- **IP 30:** impide la entrada de objetos > 2,5 mm (herramientas, alambres gruesos, etc.).
- **IP 54:** la entrada polvo no se evita por completo, pero no entrará en cantidad suficiente para interferir con el funcionamiento satisfactorio del equipo. Las salpicaduras de agua sobre la carcasa desde cualquier dirección no tendrán ningún efecto nocivo.
- **IP 65:** ausencia total de entrada de polvo. Protección frente a chorros de agua. El agua proyectada por una boquilla sobre la carcasa desde cualquier dirección no tendrá ningún efecto nocivo.
- **IP 66:** ausencia total de entrada de polvo. Protección frente a chorros de agua potentes. El agua proyectada en chorros potentes sobre la carcasa desde cualquier dirección no tendrá ningún efecto nocivo.
- **IP 67:** ausencia total de entrada de polvo. Protección frente a la inmersión de hasta 1 m. La entrada de agua en cantidades nocivas no será posible cuando la carcasa esté sumergida en agua en condiciones definidas de presión y tiempo (hasta 1 m de inmersión).
- **IP 69k:** la especificación DIN 40050-9 estándar amplía la protección para aplicaciones de lavado a alta presión y alta temperatura. Dichas carcasas no sólo deben ser estancas frente al polvo (IP6X), sino también capaces de resistir limpieza a alta presión y con vapor. La prueba especifica un pulverizador alimentado con agua a 80°C a 8 - 10 MPa (80 - 100 bar) y un caudal de 14 - 16 l/min. La boquilla se sostiene a 10 - 15 cm de distancia del dispositivo probado en ángulos de 0°, 30°, 60° y 90° durante 30 s cada uno (figura 5.17). El dispositivo de prueba descansa sobre un plato rotatorio que gira una vez cada 12 s (5 rpm).

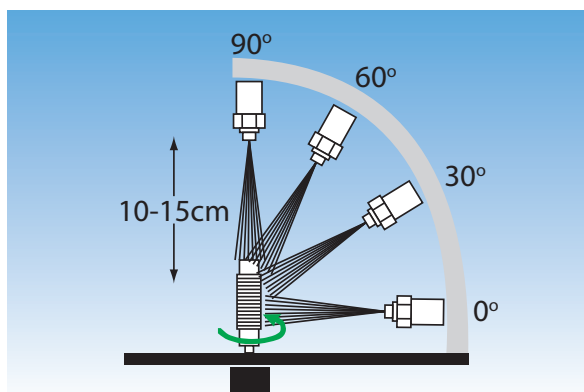


Figura 5.17: Pruebas de IP 69k

Nota: Las carcasas ofrecen escasa protección si se dejan abiertas o mal cerradas. Mantenga las cajas eléctricas cerradas a menos que se estén realizando tareas de mantenimiento de los componentes internos.



Entornos peligrosos (Clase I/II, A/B) zona ATEX 2 ó 22

Un área clasificada como peligrosa es cualquier espacio interior o al aire libre que tenga gas explosivo, vapor, polvo o partículas suspendidas que, cuando se mezclan con el aire, pueden alcanzar concentraciones peligrosamente explosivas. Cualquier industria puede tener áreas clasificadas como peligrosas. Una organización debe adherirse a ciertos requisitos según la clasificación de los peligros para evitar un fuego o una explosión.

Hay varios métodos de protección. El más básico consiste en mantener todos los equipos que puedan causar un fuego o una explosión fuera del área clasificada.

Otros métodos incluyen el uso exclusivo de equipos intrínsecamente seguros, carcasas a prueba de explosiones o sistemas de purga. La purga de una carcasa consiste en mantener el flujo de aire de presión positiva a través de ella para mantener cualquier sustancia peligrosa (inflamable) fuera del entorno. Es crucial eliminar o reducir las chispas y la electricidad estática.

Si la controladora de peso va a funcionar en un área clasificada, el entorno se deberá proteger, como mínimo, con uno de los métodos anteriores. Hay disponibles controladores de peso y componentes a prueba de explosiones.

Consulte la figura 5.18 para obtener una descripción de las clases de riesgos.

Denominación	Descripción
Clase I	Gases o vapores inflamables, Grupos A, B, C, D
Clase II	Polvos combustibles, Grupos E, F, G
Clase III	Fibras y neblinas combustibles
División I	Clase, II o III normalmente presente
División II	Clase I, II o III presente en un fallo
Sin clasificar	Propiedades peligrosas suficientemente lejos de un área clasificada para que se determine segura

Figura 5.18: Clasificaciones de zonas peligrosas

Consulte el artículo 500 del National Electric Code (N.E.C.) para obtener una explicación más detallada de las clases de riesgos. En Europa, puede remitirse a la clasificación ATEX de la DIRECTIVA 94/9/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa al enfoque legal de los estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

5.4.2 Vibraciones ambientales y corrientes de aire

La estructura de pesaje debe estar aislada de todos los demás componentes de maquinaria para reducir al mínimo la transmisión de vibraciones que puedan afectar negativamente a los resultados del pesaje. Las controladoras de peso se pueden colocar sobre pedestales que tienen características de vibración diferentes de las de la planta de producción. Las corrientes de aire que puedan influir en los resultados del pesaje pueden estar causadas por unidades de aire acondicionado, ventiladores e incluso ventanas abiertas o turbulencias de aire causadas por el paso de carretillas elevadoras.

Se puede decidir que una sección de pesaje aislada, amortiguadores especiales o corta-aíres son necesarios para la aplicación. El corta-aíres es útil en aplicaciones de alta precisión, pero es posible que no añada valor en sistemas de precisión inferior o en entornos razonablemente tranquilos.

5.5 Protección de la controladora de peso frente a su entorno

Hay distintos métodos para proteger la controladora de peso frente a su entorno:

- Mantenga limpia el área de trabajo.
- Proteja la sección de pesaje frente a residuos que puedan caer.
- No debe haber ningún otro sistema mecánico en contacto físico con una controladora de peso
- Fije la controladora de peso firmemente a un suelo estable mediante pernos.
- Aísle la controladora de peso de otra maquinaria que genere fuertes vibraciones.
- Aísle la controladora de peso frente al viento o corrientes de aire o instale corta-aíres si es necesario.
- Conecte a tierra todos los protectores y componentes que estén en contacto con la controladora de peso.
- Desionice el producto si es necesario.
- Proteja la controladora de peso frente a interferencias de radiofrecuencia.
- Proteja las líneas frente a picos de tensión.
- Elija la construcción más adecuada para las condiciones del entorno de producción.
- Utilice una célula de pesaje adecuada para el entorno.
- Ofrezca formación basada en el sistema a todas las personas que entren en contacto con las controladoras de peso, incluidos los operarios, mecánicos, personal de mantenimiento e ingenieros industriales.
- Realice tareas de mantenimiento rutinario y preventivo, defina un plan de mantenimiento y servicio.
- Limpie la controladora de peso de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el proveedor.

5.6 Satisfacción de los requisitos de los minoristas y de la industria alimentaria.

En el sistema de control de peso se pueden incluir dispositivos de control sencillos que garanticen que el dispositivo de rechazo funciona adecuadamente, que los artículos que estén por debajo del peso especificado se rechazan con precisión y que el sistema de control de peso funciona en modo de seguridad a prueba de fallos. La implementación de los siguientes requisitos de diseño es generalmente una buena costumbre, que probablemente satisfará la mayor parte de los requisitos de los minoristas y de la industria alimentaria.

- Un sistema de rechazo automático que rechace los productos de la línea de producción con eficacia.
- Un contenedor de rechazo con cierre situado para recoger el producto rechazado y al cual sólo tenga acceso personal formado y autorizado. Si el producto se recoge en un contenedor abierto o fácilmente accesible, se podría devolver producto contaminado a la línea de producción por error. La recogida de rechazos en contenedores con cierre ayuda a evitar este problema.
- Se incorporará algún dispositivo de advertencia que indique cuándo se ha llenado el contenedor.
- Una cubierta completamente cerrada entre la sección de pesaje y el contenedor de rechazos.
- Una indicación sonora y visual del estado del sistema, por ejemplo de cuándo se rechaza un producto.
- Una fotocélula que detecte el paso de cada paquete por el sistema (para facilitar una temporización adecuada del mecanismo de rechazo).
- Un sistema automático de seguridad a prueba de fallos para la parada de la cinta, en respuesta a los siguientes sucesos:
 - Llenado del contenedor de rechazo.
 - Pérdida de presión neumática.
 - Fallo del sistema de confirmación de rechazo.
 - Fallo de la controladora de peso.

En el curso del ajuste de la configuración puede definirse quién debe realizar el rearranque de un sistema y en qué lugar y de qué modo se debe llevar a cabo. Además, la configuración debe contemplar un conjunto completo de permisos en función de los perfiles de acceso y del usuario. Es posible que sea necesario definir procedimientos de puesta en marcha diferentes para cada uno de los sucesos de parada automática de la cinta tal como se ha indicado anteriormente según los procedimientos de control de calidad que se apliquen.

Se recomienda informar al proveedor de la controladora de peso de los procedimientos de funcionamiento estándar para los sucesos de parada de la cinta al realizar el pedido de una controladora de peso, de modo que se puedan tener en cuenta durante las fases de diseño y configuración.

Se debe disponer de arreglos y procedimientos para garantizar que cualquier producto que haya sobre los transportadores de temporización, espaciado, entrada y pesaje durante el período de tiempo en que el sistema esté parado se pese correctamente.



Capítulo 6

Motivos para la implementación de un programa de control de peso

La adquisición de un sistema de control de peso puede representar una inversión monetaria importante para muchas empresas. Por lo tanto, es esencial que el equipo sea fiable, adecuado para la aplicación y que se use de la manera más eficaz. De este modo, se garantiza un buen retorno de la inversión, al reducir al mínimo los costes y obtener la máxima calidad del producto.

Las controladoras de peso suelen ir asociadas al cumplimiento de normativas, pero también aumentan la productividad porque reducen los desperdicios, disminuyen las tolerancias y ayudan a producir unos productos más regulares. En este capítulo se tratan de forma detallada diferentes enfoques respecto a la adquisición de una controladora de peso y los motivos para su implementación.

6.1 Evítese cuantiosas sanciones y empañar la reputación de la marca gracias a una inspección del peso al 100%

Uno de los principales motivos para la aplicación de un programa de control de peso es garantizar el cumplimiento de las normativas gubernamentales y de los estándares de la industria gracias al control de peso en línea de todos los paquetes. La inspección del peso al 100% debe ser parte

integral de un programa de control de calidad y procesos coordinado que ayude a obtener los requisitos de proceso que se necesitan en el exigente mercado actual.

6.2 Un mejor uso de los recursos limitados

Una controladora de peso precisa conllevará unas tolerancias de producción más estrictas, con lo que se producen menos desperdicios y, en consecuencia, se pueden obtener más productos finales a partir de la misma cantidad de inventario. Las materias primas pueden resultar muy caras y una controladora de peso debe ser parte integral de un programa general para sacar el máximo partido de los recursos existentes. La figura 6.1 muestra un cálculo simple para subrayar los ahorros que se pueden obtener reduciendo el sobrellenado en 1 gramo.

Información sobre el paquete y la producción	Ahorro producido (por la reducción en 1 gramo del sobrellenado)
Peso del producto etiquetado = 450 gramos Coste del material = 0,1 céntimos por gramo Producción de la línea = 200 ppm Utilización de líneas = 65% Turno = 8 horas Turnos al día = 2 Días de producción al año = 230	0,1 céntimos ahorrados por paquete 20 céntimos ahorrados por minuto 12 € ahorrados por hora 124 € ahorrados por día 28 704 € ahorrados por año
Gracias a la reducción de 1 gramo de sobrellenado, tal y como se muestra en este ejemplo, permitiría ahorrar materia prima suficiente para producir 60 000 productos adicionales	

Figura 6.1: Ejemplo que muestra la repercusión de la reducción del sobrellenado en 1 gramo

6.3 Mantenga las llenadoras ajustadas gracias a la retroalimentación activa desde la controladora de peso

El sistema de retroalimentación a las llenadoras es uno de los motivos más destacados para justificar la inversión en una controladora de peso. Permite una supervisión activa del rendimiento de la llenadora y reduce al mínimo llenados excesivos o insuficientes no deseados manteniendo los cabezales de la llenadora y los procesos correctamente ajustados. Las controladoras de peso se pueden comunicar directamente con el control de la llenadora o se pueden conectar en red a sistemas de automatización existentes en la planta de producción para lograr un control de información de la retroalimentación completo y sin interrupciones.

6.4 Protección del cliente y del consumidor

Los fabricantes tienen la obligación con sus clientes y con el consumidor final de reducir al mínimo el riesgo de que se suministren productos con un llenado insuficiente o en los que falten componentes y de garantizar una calidad del producto constante. Si esto no se consigue, puede generarse un descontento entre el minorista o el cliente y el fabricante, y, en consecuencia, romperse la relación con el cliente y perder oportunidades de negocio futuras.

6.5 Menos falsos rechazos, menos reprocesamientos y menos desperdicios

Los procesos que incorporan una controladora de peso precisa y con un mantenimiento correcto también ven reducido el número de productos enviados a sus contenedores de rechazo. Las tolerancias más estrictas conllevan una mejora global de la calidad del proceso, con lo que se reduce la cantidad de desperdicios de producción y el número de productos que deben reprocesarse. También se minimizan los falsos rechazos, ya que la precisión de la controladora de peso aumenta a medida que se definen más los ajustes zonales.

6.6 Ahorro de mano de obra en las operaciones

La utilización de básculas estáticas para la inspección aleatoria de los productos es habitual en muchas operaciones; el uso del control de peso en línea elimina posibles errores de muestreo y costes de mano de obra inherentes a las operaciones de este tipo.

6.7 Protección de la marca y de su reputación

Una imagen de marca potente inspira en el cliente una sólida confianza por lo que respecta a la seguridad y la calidad. Gracias a una buena imagen de marca, los consumidores reinciden en sus compras y, en consecuencia, se maximizan

las ventas y los fabricantes y minoristas pueden aumentar los precios de los productos por su buena calidad.

Por esta razón, la responsabilidad de una empresa no se limita únicamente a proteger los intereses del consumidor final, sino a mantener una buena imagen de marca y una buena reputación. Las marcas de producto son activos importantes que deben gestionarse con atención y protegerse de publicidad negativa. Un producto por debajo del peso normal en manos de un consumidor puede ejercer un gran impacto negativo para la empresa, por los daños ocasionados a la imagen de la marca y por la posible y gravosa retirada de productos.

Si una empresa sufre una investigación debido a la queja de un consumidor, la documentación será una prueba muy valiosa del correcto funcionamiento del programa de control de peso.

6.8 Mayor eficiencia global del equipo

La eficiencia global del equipo (OEE) aumenta gracias a la mejora de una de las tres métricas siguientes: "disponibilidad, rendimiento y calidad". La supervisión al 100% de los artículos producidos ofrece indicaciones muy útiles sobre variaciones del proceso que conducen a situaciones de tiempo de inactividad inesperadas (disponibilidad) y a la reducción de la capacidad de línea (rendimiento) a causa de unos dispositivos aguas arriba desajustados. Las tolerancias de producción más estrictas debidas al uso del control de peso permiten reducir los llenados excesivos o insuficientes, con lo que aumenta el número de productos "válidos" (calidad) obtenidos del proceso de producción.

6.9 La métrica integrada potencia las mejoras de los procesos y la eficiencia

Las controladoras de peso proporcionan supervisión en tiempo real de los procesos de producción, con estadísticas de rendimiento y análisis de tendencias de SPC, que pueden aprovecharse para las mejoras de los procesos y la eficiencia de funcionamiento (figura 6.2).

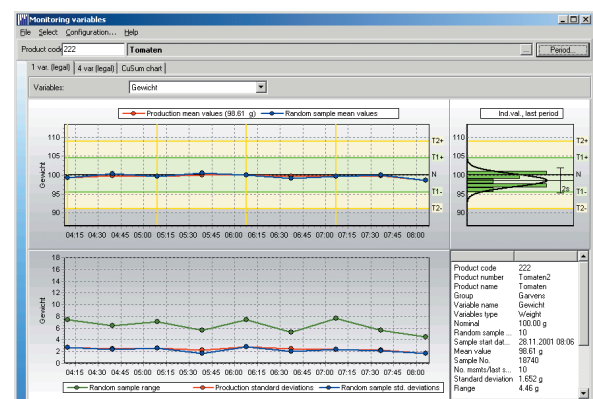


Figura 6.2: Supervisión en tiempo real de los procesos de producción

Capítulo 7

Elaboración de un programa eficaz

Una vez que se ha tomado la decisión de implementar un programa de control de peso o mejorar un programa existente, es esencial asegurarse de que los pasos estén bien definidos y de que se inicien de la forma más eficaz y útil posible. En este capítulo y en los siguientes se ofrece orientación e información práctica útil sobre cómo elaborar un programa eficaz.

7.1 Requisitos del programa

La adopción de un programa de control de peso coherente debe ser una decisión estratégica de la organización, de lo contrario existe el peligro de que no se le dé la importancia debida y no se mantenga debidamente. El diseño y la implementación del programa deben estar regidos por las diferentes necesidades y objetivos de la empresa, la gama de productos fabricados, los procesos empleados y el tamaño y la estructura de la organización. El objetivo debería ser considerar todos los distintos aspectos de un programa de control de peso y utilizarlo para complementar y mejorar el programa de calidad general.

7.2 Elementos clave

Es importante conocer bien los principios del control de peso, las características clave del sistema y del diseño, los factores de análisis de datos estadísticos, control de procesos y ambientales que pueden afectar a la capacidad de la controladora de peso (véanse los capítulos del 1 al 5).

La sección siguiente aplica los principios básicos de la operación del control de peso a las prácticas de operación de la vida real. Los elementos clave para el éxito de las operaciones que se tratarán en los capítulos siguientes se describen en la figura 7.1.



Elemento clave	Capítulo
Objetivos y requisitos para el funcionamiento <ul style="list-style-type: none"> Definición de los objetivos del sistema de control de peso y especificaciones del sistema, incluida una ayuda para el cálculo del coste total de propiedad. 	8
Normativas y directrices metrológicas <ul style="list-style-type: none"> Conocimiento de las pautas y normativas que rigen la producción y el uso de sistemas de control de peso 	9
Instalación y verificación de rendimiento <ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de instalación y puesta en servicio, formación de los operarios y verificación del rendimiento 	10
Ajuste de los límites <ul style="list-style-type: none"> Conocimiento de los límites de zona y de cómo ajustarlos para garantizar la conformidad 	11
Aumento de eficiencia <ul style="list-style-type: none"> Uso de funciones y opciones de software para obtener más control sobre los procesos de producción 	12
Mantenimiento del rendimiento con OEE <ul style="list-style-type: none"> Conocimiento de la eficiencia global del equipo (OEE) y los factores que pueden influir sobre el rendimiento de la línea de producción 	13

Figura 7.1: Elementos clave para el éxito de un programa de control de peso

7.3 Documentación del programa



Un programa de control de peso se debe documentar como un conjunto de políticas y procedimientos controlados. El alcance y detalle de los procedimientos debe estar en consonancia con el tamaño, la complejidad y las líneas de comunicación en el seno de la empresa. En el caso de empresas pequeñas, puede ser viable establecer todos los controles necesarios en un único procedimiento de funcionamiento. Por el contrario, en empresas grandes puede resultar necesario integrar los requisitos necesarios en el sistema de inspección de productos, conformidad o gestión de calidad existente.

Los programas de control de peso más eficaces se establecen, documentan, manejan y mantienen en el marco de un sistema estructurado de programa de inspección de productos y gestión de calidad, apoyado en las actividades globales de gestión de la empresa. Los procedimientos normalizados de trabajo (PNT) documentados relacionados con el programa de control de peso son una parte importante del suministro constante de un producto de alta calidad al cliente. Además, los PNT sientan las bases para la formación uniforme de las diversas personas y departamentos que interactuarán con la controladora de peso y el programa de control de peso general.

Es muy importante mantener una documentación detallada y clara. En el caso de que la empresa sea investigada debido a la reclamación de un cliente, la documentación será una prueba necesaria del historial de los procesos de producción.

7.3.1 Política de control de peso

En el sistema de inspección de productos, se debe desarrollar una política de control de peso que debe contar con la aprobación de los directivos implicados. Al definir la política, debería ser:

- Apropiaada al papel de la empresa en relación con su posición en la cadena de suministro.
- Compatible con los requisitos normativos de calidad y OEE, contención de costes, seguridad alimentaria y de cumplimiento por parte de la empresa, clientes y minoristas.
- Comunicada, implementada y mantenida debidamente en todos los niveles de la empresa.
- Revisada continuamente en cuanto a adecuación.
- Sustentada por objetivos medibles.
- Marca las acciones que se deben emprender en el caso de que se rechace un producto y se produzcan anomalías en el sistema.



7.3.2 Responsabilidades y autoridad

La dirección debe garantizar que todas las responsabilidades y autoridades quedan claramente definidas y que se comunican en el seno de la empresa, para asegurarse de que el funcionamiento y mantenimiento del programa de control de peso sean eficaces. Todo el personal de la empresa tendrá la posibilidad de informar de las situaciones potencialmente peligrosas y de los problemas relacionados con un funcionamiento eficaz del programa de control de peso, con una clara definición de informes y documentación de las acciones correctoras y la falta de conformidad de los procesos.

7.3.3 Procedimientos documentados

A fin de que el programa sea eficaz, los procedimientos deben ser:

- Adecuados para las necesidades organizativas de la instalación, la conformidad y la calidad.
- Adecuados al tamaño y tipo de funcionamiento y a la naturaleza de los productos que se fabrican o manejan.
- Implementados en todo el sistema de producción, bien como programas aplicables en general, bien aplicables a un producto o línea de producción en particular.
- Aprobados por las personas responsables de la organización, incluidas las operaciones y el control de calidad.

7.3.4 Registros

Se deben establecer y mantener procedimientos de registro que evidencien la conformidad con los requisitos y la eficacia del funcionamiento del programa de control de peso. Deben estar integrados en el programa de calidad existente general de las instalaciones para garantizar la continuidad y la sostenibilidad del programa. Los registros deben ser legibles, fácilmente identificables y recuperables, independientemente de si se encuentran en copia impresa o en formato electrónico. Un procedimiento documentado debe definir los controles necesarios para la identificación, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de conservación y eliminación de los registros.

7.4 Competencia, conciencia y formación

El personal que desempeñe tareas que afecten a la eficacia del programa de control de peso debe disponer de la titulación, la formación, las aptitudes y la experiencia adecuadas. Debe ser consciente de la relevancia e importancia de sus actividades y de cómo puede contribuir a la consecución de los objetivos del programa de inspección de productos general y de control de peso. Se mantendrá un registro adecuado de la titulación, formación, aptitudes y experiencia correspondientes.



Capítulo 8

Objetivos y requisitos para el funcionamiento

Antes de ponerse en contacto con el proveedor de controladoras de peso, defina los objetivos y los requisitos exactos del programa y las expectativas de coste total de propiedad (TCO) y retorno de la inversión (ROI). En este capítulo se describe información importante que resulta esencial al definir los requisitos operativos, incluidas las especificaciones de detalladas del sistema de control de peso para la instalación y los principios para el cálculo del TCO y el ROI.

8.1 Definición de objetivos de la controladora de peso

Antes de empezar con la implementación de un programa de control de peso, se deben definir claramente los objetivos de funcionamiento. Revise la introducción de este manual y anote sus objetivos. Defina los pasos que se deben realizar; por ejemplo, qué se hará con los artículos que se rechacen de la línea de producción.

- ¿Se descartarán?
- ¿Se inspeccionarán manualmente?
- ¿Se guardarán?
- ¿Los artículos rechazados se conservarán para algún otro fin?
- ¿Se reprocesarán y se volverán a insertar en la línea?

En este ejemplo, el tipo y las características de los productos producidos y su disposición cuando se rechacen determinará el mecanismo de rechazo y el método de recogida necesario.

8.2 Hojas de especificaciones

Las páginas 43 y 44 contienen un resumen básico de la información que normalmente se necesita al crear una especificación básica de una controladora de peso. La cumplimiento y discusión de estas páginas garantizará un nivel de detalle y conocimiento de la aplicación mínimo al hablar con los proveedores de controladoras de peso, integradores de líneas y otros miembros de equipos de proyectos:

- **Página 43:** Especificación del sistema de control de peso (1) describe el entorno y los requisitos del sistema

- **Página 44:** Especificación del sistema de control de peso (2) ofrece una descripción general completa de toda la información necesaria para implementar e integrar una controladora de peso en su línea de producción

8.3 Coste total de propiedad (TCO)

Sean cuales sean los motivos para la inversión en una controladora de peso, resulta esencial justificarlo de forma patente antes de realizar una inversión de capital. Los directivos y los responsables de la toma de decisiones prefieren ver pruebas palpables que demuestran el coste total de propiedad del nuevo equipo. Un cálculo del TCO previene frente a sorpresas desagradables, ya que el resultado de dicha investigación puede mostrar que los costes de funcionamiento durante un periodo de tiempo son en algunos casos muy superiores a los costes de inversión iniciales. Los cálculos del coste total de propiedad resultan fundamentales al tomar decisiones sobre la adición de nuevos equipos, el tipo de tecnología que se debe utilizar o la determinación de cuándo se debe sustituir un equipo que se éste quedando obsoleto. Resulta esencial al adquirir un sistema de control de peso ampliar el ámbito de las consideraciones de costes más allá de la inversión inicial y de los costes de funcionamiento normales. El modelo de TCO se debe ampliar para tener en cuenta los costes y los ahorros directos e indirectos asociados con la máquina y el proceso resultantes de la inversión. Sólo se puede obtener una visión precisa del TCO y del cálculo de la amortización resultante cuando se tienen en cuenta todos estos factores.

8.3.1 Definición de costes

El modo de reunir toda la información y considerar los costes y los ahorros no es difícil pero se debe realizar especialmente a medida para los equipos de control de peso (figura 8.1) y el proceso donde de aplicarán. El primer año de propiedad es el más caro porque incluye gastos como el coste de los equipos, la instalación, la formación, los juegos de repuestos, la integración de la línea de producción, que pueden incluir el uso de los servicios de consultores externos y a veces la eliminación de equipos antiguos. Después del primer año de propiedad, los costes de funcionamiento, los costes de mantenimiento, incluida la sustitución de piezas gastadas, y las garantías ampliadas añaden gastos corrientes. Si la aplicación requiere la aprobación de Pesos y Medidas, también se deben incluir los costes para los procedimientos de validación de la conformidad y la inspección y calibración oficial periódica. La evaluación de estos costes es la base para todos los cálculos económicos futuros como, por ejemplo, el coste total de propiedad y la rentabilidad general de la línea.

8.3.2 Definición de ahorros

Los ahorros que se pueden obtener al implementar un sistema de control de peso dependen muchísimo de si se está sustituyendo una controladora de peso existente por una de más nueva y más precisa o un modelo fiable o bien se está sustituyendo un proceso de pesaje estático por una solución de control de peso dinámico. Normalmente, la mayoría de los ahorros se consiguen gracias a la reducción de los residuos y reprocesos, la reducción del sobrellenado de producto y la eliminación de devoluciones de productos causadas por el llenado insuficiente o la falta de piezas. En algunos procesos, una reducción del sobrellenado de producto también puede tener un resultado positivo gracias a la producción de un producto más vendible con la misma cantidad de materia prima. Si éste es el caso, también se debe tener en cuenta en el modelo de coste total de propiedad. Para cada una de estas categorías, calcule los ahorros estimados examinando la frecuencia con que se producen estos sucesos y asigne un coste a cada una. Mediante una mejor protección

Descripción general de los costes y los ahorros de la implementación de un programa de control de peso					
COSTES	Coste de inversión inicial	Año 0	Año 1	Año 2	Año... n
	Adquisición del equipo		-	-	-
	Instalación/Puesta en marcha		-	-	-
	Documentos de verificación		-	-	-
	Costes de Pesos y Medidas (si procede)		-	-	-
	Formación en las instalaciones del proveedor o del cliente		-	-	-
	Juegos de repuestos iniciales		-	-	-
	Contrato de mantenimiento		-	-	-
	Integración de la línea de producción		-	-	-
	Retirada de equipos antiguos		-	-	-
	Total		-	-	-
	Años siguientes (normalmente hasta 5 años)	Año 0	Año 1	Año 2	Año... n
	Costes de funcionamiento	-			
	Costes de mantenimiento	-			
	Tiempo de inactividad no programado	-			
	Garantía ampliada	-			
	Calibración oficial periódica (si procede)	-			
	Actualizaciones de software/hardware	-			
	Total	-			
AHORROS	Ahorros	Año 0	Año 1	Año 2	Año... n
	Reducción de los desperdicios	-			
	Reducción del reproceso	-			
	Reducción de la mano de obra	-			
	Reducción del sobrellenado de producto	-			
	Eliminación de las devoluciones de productos	-			
	Protección de la relación entre la marca y el cliente	-			
Total	-				

Figura 8.1: Descripción general de los costes y los ahorros



de la marca se pueden conseguir ahorros muy importantes, que pueden resultar muy difíciles de cuantificar. Una retirada de un producto puede dañar seriamente la reputación de la empresa y crear una gran cantidad de costes imprevistos. Con las retiradas de productos, hay factores que se deben tener en cuenta, incluidos los honorarios, los costes originados por inspecciones y por descuidos, el coste de envío de la devolución y los costes de los trámites y procesos legales.

Hay muchas variables que se deben incorporar en una propuesta para el coste total de propiedad y la evaluación de los ahorros. Los costes de los equipos, la instalación y la formación deben estar disponibles; el proveedor de equipos debe poder proporcionar orientación sobre los gastos, como por ejemplo los costes de funcionamiento y mantenimiento y las interrupciones de la actividad no programadas. También se debe tener en cuenta que una controladora de peso inspecciona el 100% de todos los productos; cuanto antes se incluya en el proceso de producción, más ahorros proporcionará. Como ejemplo, determinar qué productos tienen un llenado insuficiente justo después de pasar por la llenadora resulta mucho más eficaz que rechazar la totalidad del envase de cartón antes de expedirlo.

8.4 Consideraciones sobre el retorno de la inversión

La definición de todos los costes en el modelo de coste total de la propiedad y la inclusión de los ahorros y los beneficios económicos serán el punto de apoyo para tomar varias decisiones al invertir en un programa de control de peso. El cálculo de la amortización de la inversión se pueden realizar comparando los costes y los ahorros. Además, el periodo de

amortización de dicha inversión se puede calcular contando el número de años que se tarda en que los ahorros acumulados igualen la inversión inicial y los costes periódicos recurrentes. También se deben tener en cuenta todas las recomendaciones que se proporcionan en esta guía sobre la reducción de las tasas de rechazos, la disminución de las tolerancias y los demás factores que conducen a la adquisición de una controladora de peso que contribuye a alcanzar los objetivos de producción. Esto permitirá conseguir un aumento de los ahorros y reducir el periodo de amortización.

8.5 Cálculo sobre la reducción del sobrellenado de producto

Uno de los ahorros más importantes se puede conseguir al conectar una controladora de peso a una llenadora o a otro tipo de dispositivo de medición (por ejemplo un rebanador o un extrusor) para reducir el sobrellenado o los residuos de producto innecesarios, con lo que se ahorran valiosas materias primas. El control de información de retroalimentación automático de la controladora de peso combinado con una llenadora precisa permite la optimización de los ahorros y puede ser un factor decisivo a la hora de invertir en una nueva solución de control de peso. El ejemplo siguiente facilitará el cálculo de los posibles ahorros que se pueden conseguir al reducir el sobrellenado de producto. La ayuda para el cálculo se proporciona meramente como guía y representa la mínima información necesaria para realizar un cálculo de ahorros de costes realista. Esta ayuda se puede utilizar para las llenadoras y el recuento de artículos, siempre que se conozca el peso por unidad y éste sea relativamente constante (para obtener información más detallada, consulte el capítulo 12).

Ejemplo: Una línea llena 200 latas por minuto, en 7 turnos de cuatro horas al día, 230 días con una eficiencia de la línea del 70%. El sobrellenado general es de 10 g, con un coste de 0,0001 € por gramo. El coste del sobrellenado al año sería de 40 572 €. Utilizando una controladora de peso con una precisión de 2 g a dos desviaciones típicas proporcionaría un ahorro anual de 32 457 €.

Paquetes por minuto (ppm):	A	_____	
Horas de funcionamiento de la línea por día:	B	_____	
Número de días de funcionamiento al año:	C	_____	
Eficiencia de la línea:	% de OEE	_____	(Por ejemplo, 70%)
Media de sobrellenado por paquete en gramos:	D	_____	
Coste del producto por gramo:	E €	_____	

Al ajustar el sobrellenado de una llenadora, recomendamos que se ajuste con un valor que no sea inferior a la precisión de la controladora de peso.

Precisión de la controladora de peso en gramos a 2 sigma:	F	_____	
Paquetes por año:	G	_____	$A \times 60 \times B \times C \times \text{OEE}$
Sobrellenado actual al año:	H €	_____	$G \times E \times D$
Coste del sobrellenado con una controladora de peso:	I €	_____	$G \times E \times F$
Ahorros al año con una controladora de peso:	J €	_____	$H - I$

Notas: _____

Especificación del sistema de controladora de peso (1)

Objetivos de la controladora de peso:

- Reducir los sobrellenos Eliminar los llenados insuficientes Recuento Retroalimentación
 Inspección Verificación Aprobaciones de Pesos y Medidas

Productos: ¿Cuántos productos diferentes? _____

N°	Descripción	Longitud/diámetro	Anchura	Altura	Peso	Productividad (pzs./minuto)
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Cambios de peso: Por lote A lo largo del tiempo Sin cambio apreciable

Atributos:

- Abierto Cerrado Flojo Congelado Líquido No está envuelto
 Envase de cartón Bolsa Lata Botella/tarro Bolsita Bandeja

Contenedor: Tara _____ Varianza de tara _____ Estabilidad _____
 Mecanismos de transferencia preferidos _____

Precisión:

Varianza de peso del producto _____ Precisión deseada _____

Control de la llenadora – Varianza de la llenadora _____

Peso insuficiente/excesivo por – Varianza de la llenadora _____

Recuento insuficiente/excesivo por – Peso de cada pieza individual _____

Interfaz mecánica:

Tipo de equipo aguas arriba: _____

Productividad (PPM) _____ Paso de artículos _____ Temporización _____

Tipo de equipo aguas abajo: _____

Productividad (PPM) _____ Paso de artículos _____ Temporización _____

Ubicación:

- Planta baja _____ planta Pedestal

Entorno:

- Vibración del suelo Corrientes de aire fuertes Ambiente polvoriento Temperatura extrema
 Humedad del aire elevada Entorno ATEX Entorno húmedo

Interfaz eléctrica:

Entrada de alimentación: Voltios: _____ Fase: _____ Hz: _____ Amp: _____

- PLC Ordenador/adquisición de datos Impresora Línea: inicio/parada, parada de emergencia
 Motovariador Retroalimentación de la llenadora

Inspección:

- Detección de metales Detección de compuertas Detección de tapas
 Detección de sellos de seguridad Otros _____

Dispositivo de clasificación:

- Empujador Chorro de aire Puerta basculante Divisor: Transportador de
 expulsión automática de envases con pesos incorrectos Transportador con puerta levadiza
 Parada del transportador

Otro:

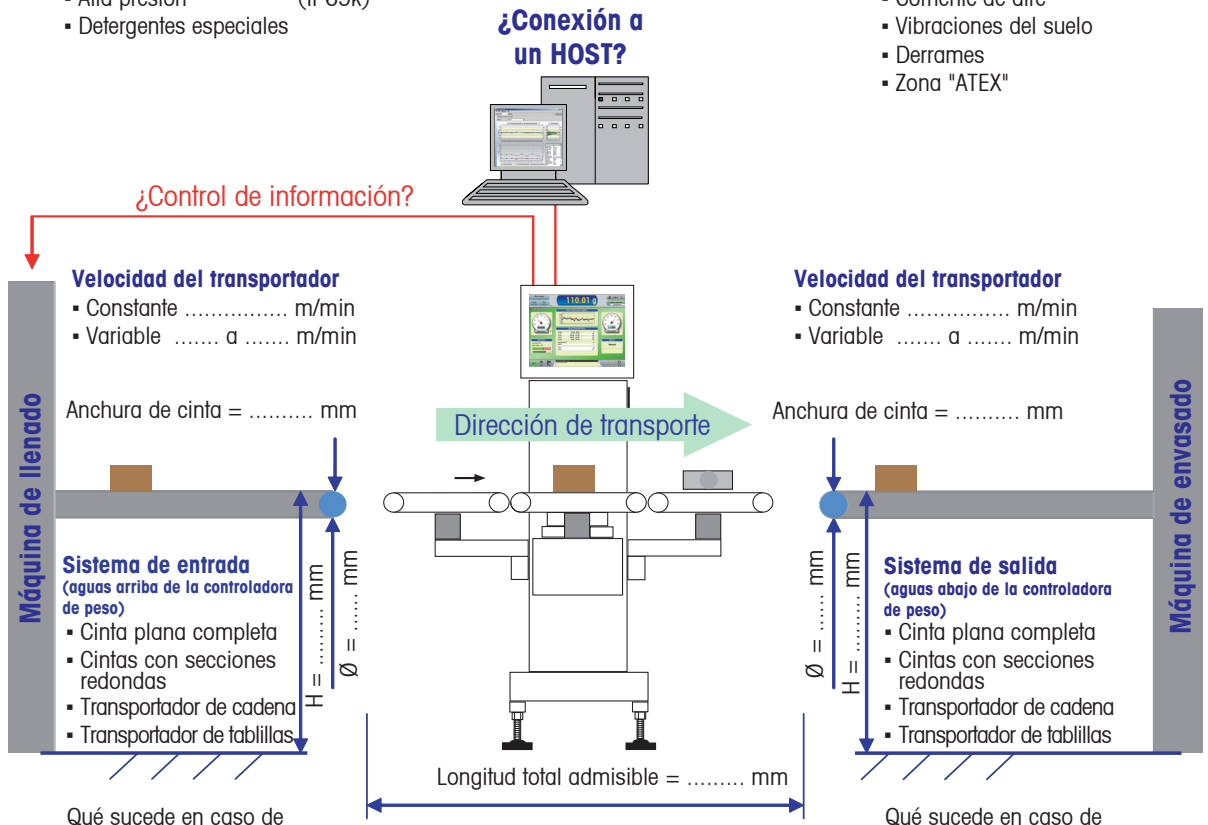
Especificación del sistema de controladora de peso (2)

Condiciones de limpieza

- Salpicadura de agua (IP54)
- Chorros de agua (IP65)
- Alta presión (IP69k)
- Detergentes especiales

Condiciones ambientales

- Temperaturas extremas
- Humedad
- Corriente de aire
- Vibraciones del suelo
- Derrames
- Zona "ATEX"



- Qué sucede en caso de producirse lo siguiente en una máquina de llenado:
- Funcionamiento incorrecto/fallo
 - Parada de emergencia
 - Puesta en marcha

- Qué sucede en caso de producirse lo siguiente en una máquina de envasado:
- Funcionamiento incorrecto/fallo
 - Parada de emergencia
 - Puesta en marcha

Espaciado entre productos

- Entrada regular con una distancia fija entre los centros de los productos de mm
- Extremo a extremo
- En grupos de productos de extremo a extremo con una separación de mm
- Irregular

Tipo de línea de producción

- Línea de producción de tipo de un solo producto
- Línea de producción de tipo de varios productos

Información de artículo

- Longitud en dirección de alimentación, anchura y altura
- Peso
- Rendimiento
- Material
- Tipo de envasado
- Precisión
- Particularidades (por ejemplo, líquidos con superficie no plana debido al movimiento del recipiente)

Notas: _____

Notas



Capítulo 9

Normativas y directrices metrológicas

Las normativas y las directrices metrológicas, en combinación con los objetivos y requisitos para el funcionamiento, rigen el ajuste de la controladora de peso, el diseño del sistema y la elección de la tecnología de célula de pesaje. Es importante conocer cómo afectan estas normativas y directrices a las controladoras de peso y la influencia resultante que tendrán sobre el programa de control de peso.

En la mayoría de países existen normativas sobre pesos, medidas, requisitos de envasado, contenido neto y el valor de variación máxima permitidas para la producción de un paquete. En Europa, la Directiva relativa a los instrumentos de medición (MID) tiene una repercusión significativa sobre las decisiones referentes a la compra de una controladora de peso. Siempre resulta aconsejable ponerse en contacto con la autoridad apropiada para tratar sobre cuestiones referentes a las normativas de Pesos y Medidas, tolerancias o requisitos para el envasado.

9.1 Directrices de Pesos y Medidas

Las directrices de Pesos y Medidas se basan en la resolución de la controladora de peso o el número de divisiones que puede distinguir, que se define como "el cambio de incremento de peso más pequeño que puede mostrar el indicador".

La resolución con fines de calibración oficial se ajusta durante el procedimiento de configuración de la controladora de peso y también depende del tipo de célula de pesaje y de su uso. Este valor puede ser muy inferior al de la resolución real que puede conseguir físicamente la célula de pesaje.

Ejemplo: Una controladora de peso con una resolución de 10 000 divisiones y una carga máxima establecida de 500 g puede mostrar en el indicador pesos de paquetes en incrementos de 0,05 g. Una controladora de peso con una resolución de 10 000 divisiones y una carga máxima esta-

blecida de 5.000g puede mostrar en el indicador pesos de paquetes en incrementos de 0,5g. En ambos casos, es posible que la controladora de peso tenga la capacidad física de conseguir una resolución muy superior, pero el valor de incremento admisible que se muestra en el indicador esté restringido por las directrices de Pesos y Medidas.

Nota: No hay ninguna correlación entre la resolución mostrada por el indicador y la precisión real de una controladora de peso dinámica, a menos que se hayan programado para tener el mismo valor. Es posible que algunas jurisdicciones permitan que el valor del incremento mostrado sea inferior al de la precisión real aprobada del dispositivo.

9.2 Directiva relativa a los instrumentos de medición (MID)

Esta sección se centra en los requisitos de la Directiva relativa a los instrumentos de medición (MID) europea. La "Directiva relativa a los instrumentos de medición" fue anunciada por la DIRECTIVA 2004/22/EC DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO y entró en vigor el 30 de octubre de 2006. Es válida en todos los países miembros de la UE y la EFTA (Asociación Europea de Libre Comercio), así como en Liechtenstein, Islandia, Noruega y Suiza.

Esta directiva europea describe detalladamente los procesos y las responsabilidades para 10 tipos de instrumentos de medición, entre los que figuran las controladoras de peso, durante su producción y puesta en servicio.

Antes de la MID, las autoridades oficiales de calibración nacionales eran las responsables de determinar y confirmar si las controladoras de peso cumplían con los límites de error nacionales para la calibración oficial inicial. Desde la entrada en vigor de la MID ahora el responsable de determinar y confirmar que la controladora de peso cumple estos límites de error en condiciones de producción (validación de la conformidad) es el proveedor. Una vez realizada satisfactoriamente la validación de la conformidad, se puede proporcionar la declaración de la CE.

La MID puede considerarse como la punta visible del iceberg europeo con las directrices de la OIML como base (figura 9.1).

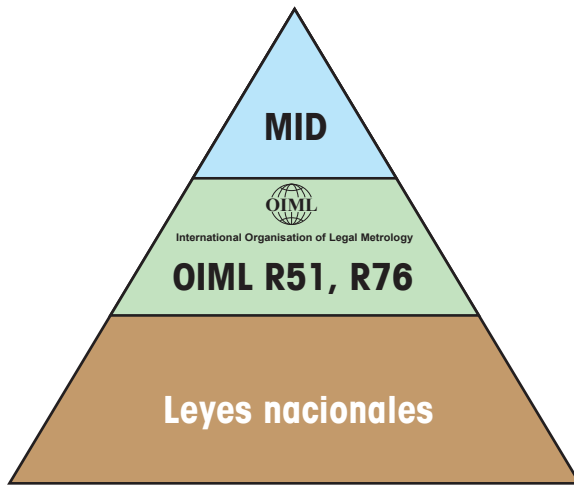


Figura 9.1: La pirámide de directrices

Las directrices de la OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale), junto con las leyes y normativas locales, siguen regulando los niveles de error y tolerancia. La MID no cambia estas tolerancias y no compromete al usuario final ni le crea una desventaja.

La MID regula todos los procesos de producción significativos desde el punto de vista metrológico, desde el desarrollo hasta la introducción en el mercado, incluida la puesta en servicio de los sistemas. La directiva regula los requisitos de producción y rendimiento exactos que debe cumplir el proveedor de la controladora de peso. Además, define cómo se debe marcar o etiquetar la controladora de peso y todos los requisitos de procedimientos y documentación necesarios para emitir un certificado de declaración de conformidad.

Al comparar los estándares de calibración oficial anteriores con la MID, es muy importante tener en cuenta que sólo han cambiado los procedimientos, no los objetivos ni los resultados.

Dicho de forma sencilla, se deben evaluar según la MID todas las controladoras de peso mediante las que "permiten ganar dinero" en función de los resultados del pesaje. Cada país tiene

sus propias leyes y normativas que rigen el envasado y el llenado. No es necesario evaluar las básculas controladoras de peso que sólo realizan una comprobación de la integridad, ya que éstas sólo se utilizan para el recuento y no para el pesaje de productos individuales. Asimismo, tampoco es necesario evaluar las controladoras de peso utilizadas en la industria electrónica y en el sector de pedidos por correo.

Las inspecciones de calibración oficial posteriores a la puesta en servicio realizadas por las autoridades gubernamentales locales no se ven afectadas por la MID y se realizarán igualmente. La MID sólo sustituye a la calibración oficial inicial.

Desde la perspectiva del propietario de una controladora de peso, puede parecer que la validación de la conformidad con la MID es lo mismo que la calibración oficial inicial, ya que ambas rigen el proceso mediante el cual se realiza la puesta en servicio del instrumento de medición. Sin embargo, la MID cubre muchos más aspectos que la puesta en servicio de la controladora de peso. Rige y regula todo el proceso de producción y el sistema de gestión de calidad del proveedor. Esta supervisión oficial mejorada, en especial en la cadena de producción, garantiza que el proveedor sólo suministra instrumentos de medición producidos de acuerdo con estándares muy estrictos y coherentes. Esta supervisión adicional en el proceso de fabricación sólo se puede considerar provechosa para todos los clientes de controladoras de peso.

La MID no regula lo que ocurre tras la puesta en servicio de una controladora de peso. Una vez completado el proceso de la MID, todos los resultados de pesaje se registrarán por los niveles de tolerancia operativa normales. Es responsabilidad del propietario de la controladora de peso comprobar regularmente la precisión del dispositivo probando muestras aleatorias de acuerdo con los estándares de Pesos y Medidas locales. Si la controladora de peso no cumple los niveles de tolerancia operativa normales, deberá repararse, arreglarse o retirarse. Este proceso se aplica en la mayoría de países y no está relacionado con la MID. Además, la MID no regula:

- El periodo de utilización del instrumento
- Cómo debe tratarse el instrumento después de un periodo de uso predefinido para poder utilizarlo posteriormente
- Cómo debe tratarse un instrumento si los resultados del pesaje son erróneos
- Qué pruebas deben realizarse en el instrumento para prolongar su vida útil

Para todas estas situaciones, deben aplicarse las normas, leyes y regulaciones locales vigentes.

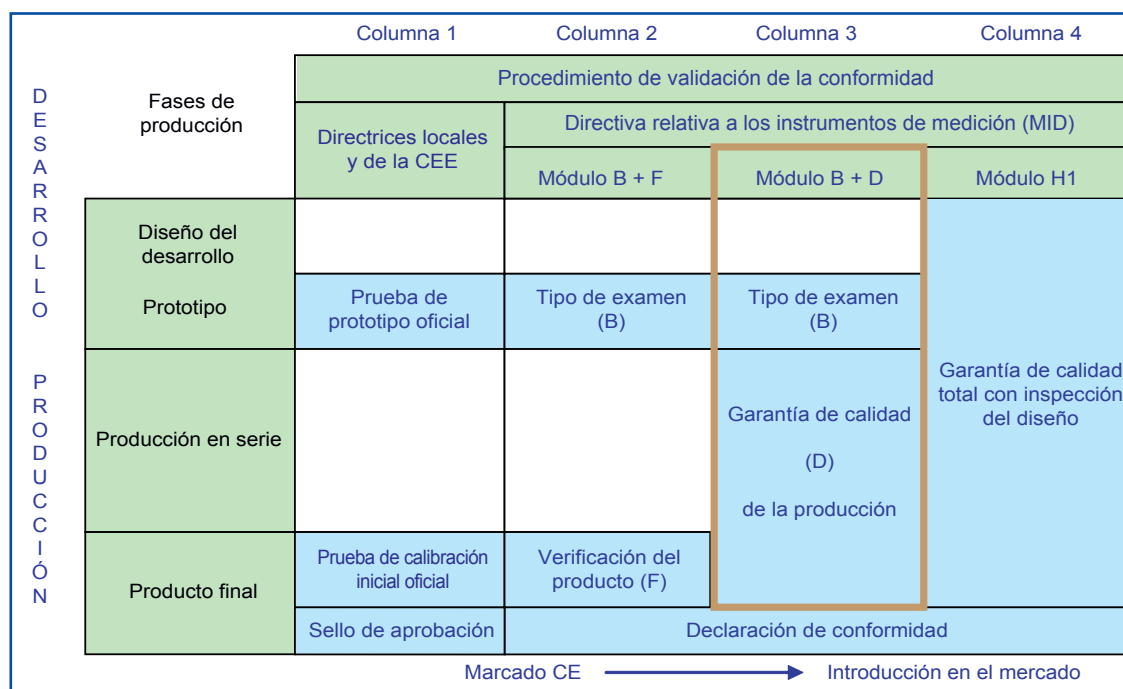


Figura 9.2: Procedimiento de validación de la conformidad

La figura 9.2 muestra la función de la MID en la producción de una controladora de peso y los procesos necesarios en el procedimiento de validación de la conformidad final.

La figura también muestra las diferencias entre las normas de calibración inicial anterior (columna 1) y el nuevo procedimiento final de validación de la conformidad (columnas 2, 3 y 4). El desarrollo, el prototipo y la fabricación en serie son los pasos de producción que se llevan a cabo en las instalaciones de los proveedores. Los pasos finales se realizan in situ en las instalaciones del usuario de la controladora de peso.

En la columna 1 se muestra un procedimiento anterior a la MID según las directrices de la CEE (Comunidad Económica Europea). El proveedor de la controladora de peso obtuvo una aprobación nacional oficial para el sistema de pesaje y la puesta en servicio la realizó la autoridad local mediante la calibración oficial inicial.

La MID consta de varios módulos que rigen distintos instrumentos de medición. Los módulos B+D de la MID, en la columna 3, sólo son válidos para el control de peso en movimiento y describen las tareas que debe realizar un proveedor. El módulo B es la inspección del tipo y el módulo D son las directrices de garantía de calidad para la conformidad con la MID correspondientes a la producción de controladoras de peso. De acuerdo con la MID, el proveedor es el único responsable de garantizar que la controladora de peso cumpla todas las normativas vigentes, incluida la puesta en servicio. Todo esto se realiza sin la intervención de las autoridades de calibración oficiales.

9.2.1 Términos asociados a la MID

Calibración oficial

Una calibración oficial la lleva a cabo una autoridad gubernamental local. Esta autoridad comprueba si la controladora de peso cumple las normativas locales y si sus mediciones se encuentran dentro de los niveles de tolerancia predefinidos. Podría decirse que se trata de una comprobación para verificar si una controladora de peso muestra y registra realmente el peso correcto. A continuación, se certifica, se documenta y se hace visible en el instrumento.

Procedimiento de validación de la conformidad

La calibración oficial inicial se ha sustituido por el procedimiento final de validación de la conformidad. Éste describe en detalle los procedimientos, las etapas, los procesos y los servicios que se necesitan hasta y durante la puesta en servicio de la controladora de peso, inclusive.

9.2.2 ¿La MID es lo mismo que la calibración oficial inicial?

El término "calibración oficial inicial" se ha sustituido por "validación de la conformidad". Este término especifica y determina que la controladora de peso cumple la MID, las directrices de la OIML y los niveles de tolerancia y error, y que posee un certificado de examen UE de tipo.

9.2.3 ¿Qué impacto ejerce la MID en la calibración oficial periódica?

Ninguno. La autoridad de calibración oficial local sigue llevando a cabo la calibración oficial periódica. La MID no interviene en este proceso. Además, el proveedor de la controladora de peso no puede realizar la calibración oficial periódica.

Como en el pasado, los propietarios de controladoras de peso deben ponerse en contacto con la autoridad de calibración oficial local cuando se deba realizar una calibración oficial periódica. Para la mayoría de las controladoras de peso, esta calibración oficial periódica debe realizarse cada 1 ó 2 años. Cada país tiene sus propias normativas.

9.2.4 ¿Qué ventajas ofrece la MID para los propietarios de controladoras de peso?

Los propietarios de controladoras de peso sólo tienen que acudir a un socio para la puesta en servicio inicial de la controladora de peso. Un proveedor de controladoras de peso competente se encarga de la preparación de la calibración oficial, de la validación de la conformidad y de responder a sus preguntas. La ventaja más importante para el cliente es la garantía de calidad y la producción cualificada y certificada por la UE. La MID regula todos los procesos de producción y los sistemas de gestión de calidad de los proveedores de controladoras de peso. Sólo pueden introducirse en el mercado y ponerse en servicio los instrumentos de medición que se hayan producido utilizando procesos y sistemas de gestión de calidad aprobados por un organismo notificado de la MID.

9.2.5 Preparación in situ



Los propietarios de controladoras de peso también tienen que prepararse para la calibración oficial inicial. ¿Qué puede hacer el usuario de la controladora de peso para ayudar en este proceso?

- La línea de producción debe detenerse para realizar las pruebas estáticas. Haga las provisiones necesarias cuando fije las fechas de entrega, instalación y validación de la conformidad.
- Debe haber disponible una muestra original de cada producto que se desee pesar. Es muy útil tener una tabla con todos estos productos y colocarla cerca de la controladora de peso que se desea evaluar. Además de las muestras físicas, se debe suministrar una impresión tabulada que incluya el nombre exacto, el peso, la tasa de piezas x minuto y la velocidad máxima de la línea para cada producto.
- Para realizar pruebas dinámicas a velocidades muy altas, a veces es necesario que los productos se coloquen en la línea mediante los equipos aguas arriba, lo que puede resultar difícil de cumplir si no se organiza debidamente antes del inicio del proceso de prueba.

Los requisitos exactos de la prueba se deben discutir de antemano con cualquier proveedor potencial de controladoras de peso.

Capítulo 10

Instalación y verificación de rendimiento

Una vez que el fabricante ha decidido adquirir un sistema de control de peso, es importante garantizar que la instalación del equipo se lleve a cabo correctamente, los operarios reciban la formación correcta y que la verificación del rendimiento del equipo se realice de manera profesional.

10.1 Instalación

La ubicación y el entorno donde se pretende instalar el equipo pueden tener un efecto negativo en el rendimiento del funcionamiento del sistema de control de peso. Por lo tanto, se deben consultar las instrucciones de instalación antes de la instalación y mientras ésta se realiza. De esta forma, se obtendrá el mejor rendimiento posible del sistema y se minimizarán las influencias del entorno durante su funcionamiento.

Las instrucciones proporcionadas por el proveedor del sistema contendrán más información de la que pueda proporcionar esta guía. No obstante, en este documento se ofrecen principios generales que se pueden aplicar a la mayoría de los sistemas de control de peso. La comprensión de estos principios le será útil a la hora de seleccionar el equipo.

Carga y transporte

Durante la carga o el transporte de una controladora de peso, se deben utilizar dispositivos de elevación y transporte con una carga de trabajo suficiente. Además, es imprescindible leer, comprender y seguir las instrucciones escritas, suministradas por el proveedor de la controladora de peso, relacionadas con el desempaqueado y el movimiento de la máquina. La sección de pesaje debe fijarse siempre durante el transporte de la controladora de peso a una ubicación nueva. Antes de mover la controladora de peso, se debe desconectar completamente de todas las fuentes de alimentación externas, suministros de aire comprimido y cables de conexión de datos. Antes de reiniciarla, debe verificarse que todos los cables y suministros se hayan conectado correctamente. La controladora de peso es un dispositivo de pesaje altamente sensible y

cualquier daño que sufra (a menudo, estos no son visibles) puede influir en los resultados de pesaje.

Acceso al equipo

La controladora de peso debe ir acompañada de documentación y dibujos claros que ilustren las principales interfaces eléctricas y mecánicas y las ubicaciones de acceso para su mantenimiento y funcionamiento. El equipo debe colocarse de tal forma que el acceso a la interfaz de usuario y a la cabina de control esté despejado, a fin de facilitar su servicio y manipulación. Debe poder accederse desde todos los lados, para facilitar su inspección y su limpieza. La instalación debe poderse limpiar con facilidad y se debe poder efectuar el mantenimiento en tareas programadas sin necesidad de desmontaje.

Manipulación de la célula de pesaje

La célula de pesaje es un instrumento de medición de precisión y, por consiguiente, debe manipularse con el máximo cuidado. Aunque está protegida contra sobrecargas y condiciones ambientales imprevistas, debe evitarse que se produzcan daños por golpes durante la carga, presión excesiva o por objetos que caigan en la sección de pesaje. Bajo ningún concepto el personal debe sentarse, caminar o colocar herramientas en la sección de pesaje.

Vibración e impacto mecánico

Los sistemas de control de peso no deben instalarse en áreas o cerca de áreas que estén sometidas a vibraciones e impactos mecánicos. En los casos en que no pueda evitarse, deberá procurarse reducir estos efectos al mínimo. Para ello es necesario:

- Evitar puntos de contacto entre transportadores
- Evitar puntos de contacto con la célula de pesaje o la plataforma de pesaje
- Garantizar transferencias sin problemas en el sistema de control de peso y entre éste y el equipo de cliente adjunto

Interferencia electromagnética

El ruido eléctrico radiado generado por sistemas eléctricos circundantes puede influir negativamente en el rendimiento del sistema hasta el punto de que éste realice pesajes imprecisos, lo que puede producir rechazos falsos. Esto puede resultar muy caro y llevar a una pérdida de confianza del sistema por parte del operario. Siempre que sea posible, los sistemas no se instalarán cerca de dispositivos que puedan emitir interferencias electromagnéticas, como transmisores de radio. Todos los controladores de frecuencia y motovariadores cercanos a la controladora de peso se instalarán siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante.

Uso en una ubicación peligrosa

Si la controladora de peso se instala en una atmósfera o un entorno potencialmente explosivo compruebe que en la construcción sólo se hayan utilizado componentes del sistema con una protección para zonas especiales "Ex". Supone un riesgo importante utilizar, en zonas potencialmente explosivas, conexiones y equipos eléctricos que no se hayan diseñado específicamente para ubicaciones peligrosas específicas.

Integración en línea

Generalmente, las controladoras de peso no son dispositivos autónomos. Por consiguiente, como parte del proceso de instalación debe planificarse la integración de ésta en una línea. A continuación, se enumeran algunas consideraciones que deben tenerse en cuenta:

- Iniciar el equipo en una secuencia que permita que el equipo aguas abajo se ejecute primero para evitar atascos
- Detener primero el equipo aguas arriba para que se puedan despejar los paquetes de la línea
- Reconocer el estado de la máquina (lista para funcionar, máquina en funcionamiento, máquina detenida, fallo de máquina, etcétera) para controlar la línea
- Señales que pueden utilizarse para iniciar y detener el equipo desde una ubicación remota

Conformidad de la instalación

La instalación de la controladora de peso debe cumplir en todos sus aspectos la legislación pertinente y aplicable del país en el que se instala el equipo.

10.2 Comprobación de integridad del sistema

Es importante comprobar que en el momento de la entrega se disponga de todos los componentes del sistema de control de peso, y que estén en perfecto estado. Se puede utilizar esta lista como guía para comprobar la integridad del sistema:

- Comprobar que el equipo entregado coincide con el pedido y que se encuentren presentes todos los componentes, incluidos las opciones, los accesorios, los consumibles y las piezas de repuesto.
- Comprobar que se haya incluido un manual de funcionamiento en el idioma especificado y que la interfaz de usuario se pueda utilizar también en el idioma especificado. Así el operario se sentirá más cómodo y se evitarán los errores ocasionados por problemas de comprensión del idioma.
- Comprobar que se hayan suministrado los diagramas del sistema mecánico y eléctrico y la declaración de conformidad CE.
- Comprobar que se haya suministrado la documentación sobre Pesos y Medidas, si procede.

10.3 Puesta en servicio del sistema

Antes de poner el equipo en funcionamiento, el sistema de control de peso instalado se debe poner en servicio para garantizar que la instalación cumple las recomendaciones del fabricante, que funciona como se pretendía y que el personal correspondiente ha recibido la formación precisa para un manejo seguro y adecuado. En esta sección, se explican los requisitos que deben tenerse en cuenta durante la puesta en servicio del sistema; especialmente, al utilizar un sistema de control de peso. Estos pasos deben sumarse a los procedimientos que se realicen habitualmente al poner en servicio un equipo nuevo en la línea de producción.

Sistemas transportadores

Encienda los transportadores y haga las siguientes comprobaciones:

- La velocidad de la cinta es la que se muestra en pantalla, los transportadores se mueven sin problemas, están centrados y no existen puntos de contacto entre ellos.
- La unidad de rechazo funciona correctamente y se inhibe cuando el dispositivo de seguridad se activa.
- Todas las barreras de luz funcionan correctamente.
- No se producen vibraciones en la célula de pesaje.

Precisión

Es de vital importancia que durante la puesta en servicio se asegure de que la controladora de peso cumple los requisitos de precisión especificados. La comprobación de la precisión

de la célula de pesaje, la linealidad, la repetibilidad y la puesta a cero debe incluirse siempre en este proceso y se debe realizar en las instalaciones del proveedor antes de la entrega así como in situ en el entorno de producción. Consulte en la página 53 un ejemplo de comprobación de funcionamiento de la precisión de pesaje estático y dinámico.

10.4 Aprobación de Pesos y Medidas



Esta sección sólo es pertinente para las controladoras de peso que requieren una aprobación de Pesos y Medidas. En la sección 9.2.5 del capítulo 9, hallará información sobre la preparación que debe realizarse in situ para obtener la aprobación oficial.

10.4.1 Procedimiento MID

A continuación, se indica el Procedimiento final de validación de la conformidad que tiene lugar en las instalaciones del cliente y que, generalmente, lleva a cabo el proveedor de la controladora de peso:

Comprobación del diseño

Se comprueban el aspecto, el funcionamiento y el etiquetado obligatorio.

Comprobación metrológica

- Prueba estática – Prueba de precisión y calibración
- Prueba de precisión hasta la carga máxima : se realiza con una serie de pesos verificados cerca del mínimo, cerca del máximo y en otros dos puntos.
- Prueba dinámica : se realiza lo más cerca posible de la carga mínima y de la carga máxima. Se deben utilizar muestras originales del cliente.
- Precisión (dinámica) : comparación de un peso de muestra de prueba pesado en una báscula estática calibrada y el mismo peso de muestra de prueba pesado en la controladora de peso con la velocidad de línea de producción especificada para la aplicación en cuestión.

Documentación



El encargado de realizar la validación registrará todas las conclusiones y resultados. Si las conclusiones son positivas y las pruebas de metrología se superan correctamente, se emitirá un Certificado de conformidad. A partir de este momento, la controladora de peso ya se puede utilizar.

10.4.2 Calibración inicial oficial

Los países que no tienen la obligación de cumplir las directrices MID, normalmente, deben seguir, antes de utilizar la controladora de peso, un proceso de aprobación de Pesos y Medidas obligatorio como parte del proceso de puesta

en servicio. Generalmente, este proceso se conoce como la calibración oficial inicial y la lleva a cabo un representante gubernamental local de acuerdo con la normativa y las leyes de calibración oficiales locales. Si éste es su caso, debe ponerse en contacto con la autoridad gubernamental local y concertar una cita lo antes posible.

Nota: El procedimiento final de validación de la conformidad sustituye a la calibración oficial inicial sólo en los países que deban cumplir las directrices MID.



10.5 Formación

Los operarios deben recibir una formación básica mínima (manejo, cuidado y mantenimiento). Los conocimientos mínimos antes de iniciar la producción son: configuración de productos, cambio de productos y las acciones inmediatas que deben llevarse a cabo en el caso de que se produzcan rechazos falsos de productos o paros imprevistos. Asimismo, es aconsejable formar a los operarios para que comprendan los principios básicos del control de peso.

10.6 Verificación del rendimiento

Todos los sistemas de control de peso se deben verificar periódicamente para demostrar la diligencia debida y garantizar que:

- Continúan funcionando de acuerdo con el estándar de precisión especificado.
- Continúan rechazando de forma fiable los productos según el peso
- Todos los dispositivos de advertencia y señalización funcionan correctamente (por ejemplo, las alarmas y las confirmaciones de rechazo).
- Los sistemas de seguridad a prueba de fallos instalados funcionan correctamente.

Es aconsejable que las verificaciones del rendimiento sean realizadas por los técnicos de servicio del proveedor de la controladora de peso como parte del programa de asistencia técnica habitual. Un técnico de mantenimiento dispone siempre de las herramientas y el equipo necesario para realizar esta tarea y los ajustes necesarios.

En la página 53, se muestra un ejemplo de un formulario de comprobación de una prueba de precisión de pesaje estático y dinámico que puede utilizarse para probar periódicamente el rendimiento de la controladora de peso.

Ejemplo de un formulario de comprobación – Precisión de pesaje estático y dinámico

Resultados – Peso céntrico			(g)
	Peso	Desviación superior	Desviación inferior
1	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____

Resultados – Peso excéntrico									
Peso nom.	:		(g)						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 50px; height: 50px; text-align: center; vertical-align: middle;">5</td> <td style="width: 10px; text-align: center; vertical-align: middle;">1</td> <td style="width: 50px; height: 50px; text-align: center; vertical-align: middle;">4</td> </tr> <tr> <td style="width: 50px; height: 50px; text-align: center; vertical-align: middle;">2</td> <td></td> <td style="width: 50px; height: 50px; text-align: center; vertical-align: middle;">3</td> </tr> </table>				5	1	4	2		3
5	1	4							
2		3							
Desviación	1	:	_____						
	2	:	_____						
	3	:	_____						
	4	:	_____						
	5	:	_____						
Correcto	Correcto:	<input type="checkbox"/>	Incorrecto: <input type="checkbox"/>						

Resultados – Repetición				(g)
		Peso 50%		Peso 100%
1	:	_____	:	_____
2	:	_____	:	_____
3	:	_____	:	_____
Fallo absoluto:			Correcto	Incorrecto
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pruebas para realizar		Correcto	Incorrecto
Puesta a cero en dinámico		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puesta a cero en estático		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sensibilidad		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Notas: _____

Capítulo 11

Ajuste de los límites

Una vez instalada la controladora de peso, puesta en servicio y verificada su funcionalidad, puede empezar a utilizarse en la línea de producción. Para cada tipo de producto que se pese deberán definirse límites de zona superiores e inferiores. En este capítulo, se explican detalladamente los límites de zona y su función como parte esencial de cualquier programa de control de peso.

Los límites de zona, conocidos también como límites de clasificación, son valores de pesaje definidos por la controladora de peso, el operario o el empaquetador que establecen los puntos de corte entre zonas de pesaje consecutivas. Los límites de zona son un filtro que sirve para que sólo los paquetes con un peso aceptable continúen en el flujo de producción. La definición exacta de los límites de zona depende de las normativas de envasado y los objetivos y procesos de control propios. Si la precisión de la controladora de peso es ± 1 gramo, un paquete puede rechazarse o aceptarse si su peso se encuentra a un gramo del límite de zona. Así, los límites de zona deben definirse en un punto en el que no exista la posibilidad de que la controladora de peso acepte un paquete con un peso insuficiente o un sobrepeso inaceptables.

Una zona de pesaje es el intervalo entre los límites de zona. La mayoría de las controladoras de peso tienen tres o cinco zonas de pesaje. Algunas controladoras de peso se caracterizan por tener dos o cuatro límites de zona, pero significa lo mismo. En una controladora de peso de tres zonas (dos límites de zona), la zona central entre los límites de zona superior e inferior indica el rango de pesos aceptables.

En una controladora de peso de cinco zonas (cuatro límites de zona), la zona central es generalmente la zona de aceptación y las zonas de peso a ambos lados de esta son las zonas de peso de "advertencia" que indican al operario si los artículos tienen un peso aceptable marginalmente. Las dos zonas externas en una controladora de tres o cinco zonas son para los artículos con un peso inaceptable. En la figura 11.1, se describe una controladora de peso de cinco zonas.



Figura 11.1: Límites de zona de la controladora de peso

La precisión de la controladora de peso es vital en los límites de zona de pesaje. Imaginemos que pasa por una controladora de peso un artículo que pesa 110 g, como se describe en la figura 11.2. El gráfico muestra la curva de distribución normal de la controladora de peso para un artículo de 110 g y que la controladora de peso clasificará el 95% de las veces el artículo de 110 g entre 109,8 g y 110,2 g.

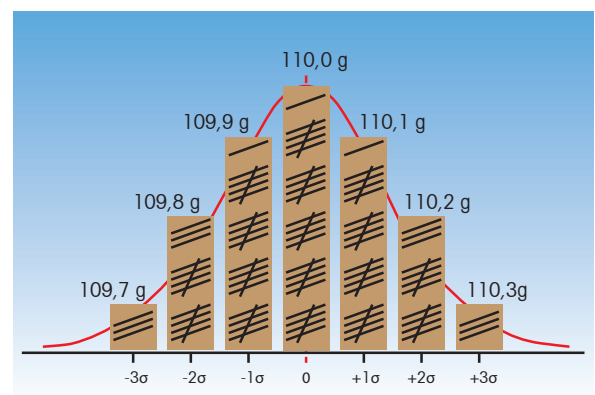


Figura 11.2: Distribución normal

El 99,7% de las veces, los artículos pesarán entre 109,7 g y 110,3 g. La indecisión o precisión es tal que a 110,0 g es tan probable que el artículo se clasifique en la zona 1 como en la zona 2.

Las mediciones de la controladora de peso variarán un poco con la medición repetida de un único peso. La varianza de la controladora de peso no depende de la variación del peso real, entre un artículo y el siguiente. Por ejemplo, en la figura 11.2, la varianza de la controladora de peso se describe como un histograma de frecuencia de mediciones de un artículo de 110 g. El peso real puede variar aceptablemente de 100 a 130 g, pero las mediciones de la controladora de peso variarán sólo hasta 0,6 g para cada artículo.

11.1 Cómo determinar los ajustes de límite de zona óptimos

Los límites de zona se definen sobre la base de la variación de peso aceptable de los artículos que se pesan, y de la precisión de la controladora de peso. La definición de los límites de zona depende de los objetivos establecidos para el programa de control de peso y la variabilidad de los dispositivos aguas arriba y los materiales de envasado que se empleen.

Es importante comprender que cuanto más cerca estén los límites de zona, más artículos posiblemente aceptables se clasificarán de forma incorrecta. No obstante, los límites de zona cercanos también comportan mejores métricas, lo que lleva a un mejor control de procesos que finalmente creará productos con variabilidad reducida y una calidad más homogénea.



Si no se comprende bien la relación entre los niveles de tolerancia, la desviación típica y la precisión, puede hacer que varios productores definan artificialmente límites más elevados de lo necesario "por si acaso", sin que ello sea preciso.

Nota: En circunstancias normales, todas las controladoras de peso modernas están preprogramadas con las tablas de varianza de peso permitidas, que hallará en las directrices de OIML y en el manual de NIST. Seleccione la tabla adecuada según la ubicación de instalación. Cuando se introduzca el peso nominal de un producto que va a pesarse, la controladora de peso calculará automáticamente los límites de zona legales y los mostrará en pantalla para su aprobación. Este cálculo automático tiene en cuenta la precisión de la controladora de peso. Si se acepta el ajuste automático, los límites de zona calculados permitirán a la controladora de peso clasificar correctamente conforme a estas directrices y normativas.

En algunos casos, será preferible definir manualmente los límites de zona. A continuación, se indican algunos casos en los que puede ser necesario o aconsejable definir manualmente los límites de zona:

- Normativas de envasado locales que no se basen en las directrices OIML o en el manual NIST
- Requisitos de varianza de peso más estrictos que los de las directrices de envasado o la legislación local
- Directrices internas de la empresa que exijan una calidad más homogénea

Los párrafos siguientes tratan sobre lo que debe tenerse en cuenta al establecer manualmente los límites de zona y cómo pueden calcularse.

11.1.1 Aplicaciones de llenado

Para determinar los límites de zona, primero debe definirse el peso objetivo (figura 11.3). A continuación, se debe seleccionar el porcentaje de rechazo que se desea conseguir sobre la base de los costes de producción y los límites de zona de la controladora de peso. Después, se debe calcular el peso objetivo sobre la base de la varianza de la llenadora y el porcentaje de rechazos.

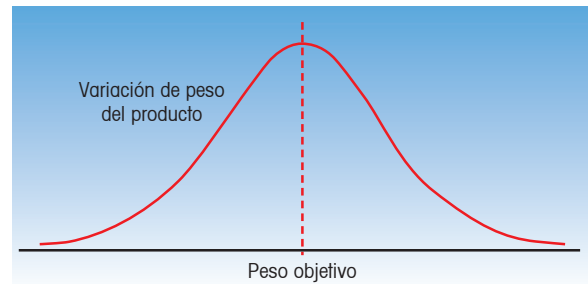


Figura 11.3: Determinar el peso objetivo

¿Cuál es la variación aceptable máxima por encima y por debajo del peso objetivo (figura 11.4)? La respuesta a esta pregunta depende de la legislación nacional de cada país. En el manual NIST 133⁴ se indica la variación máxima permitida para los artículos vendidos por peso neto en los Estados Unidos ("Comprobación del contenido neto de artículos envasados"), en FPVO⁵ (Fertigpackungsverordnung) se indican valores similares para Alemania. En Alemania, la normativa que rige la variación de peso mínima permitida se basa en las directrices de OIML e indica que el peso de un producto con un peso etiquetado de 100 g puede tener 4,5 g menos de peso (T1 – en este caso 95,5 g), pero esta variación nunca puede ser inferior a 9 g (T2 – en este caso 91 g). Además, también se permite que un máximo del 2% de la producción total pueda tener un peso de entre 95,5 g (T1) y 91 g (T2). Sin embargo, el peso medio o promedio de la producción total no puede ser inferior al peso etiquetado de 100 g.

4 <http://ts.nist.gov/WeightsAndMeasures/h1334-05.cfm>

5 http://www.bundesrecht.juris.de/fertigpackv_1981/index.html

Nota: Si se definen manualmente los límites de zona para garantizar el cumplimiento de los estándares normativos, se aconseja encarecidamente que esté disponible y se pueda consultar una copia de la normativa de envasado local. Si necesita ayuda o información detallada, se recomienda ponerse en contacto con un representante de la autoridad local o un técnico de mantenimiento.

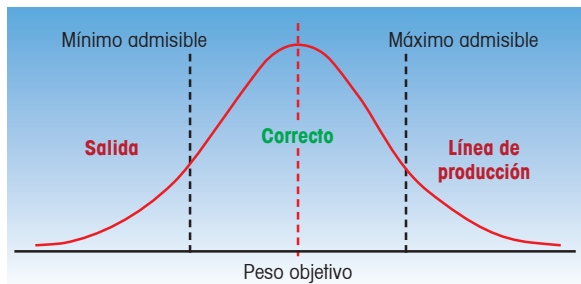


Figura 11.4: Determinar los pesos mínimo y máximo permitidos

En el párrafo 3.3 "Precisión de la controladora de peso", la zona de indecisión de la controladora de peso se describe como la zona donde el peso medido puede variar ligeramente del peso real. Debido a ello es aconsejable ajustar el límite de zona de pesaje aceptable según la precisión de la controladora de peso (es decir, por dos o tres desviaciones típicas de las variaciones de peso máxima y mínima). Así se garantizará que los productos cuyo peso real sea igual al límite de zona o esté dentro de dos o tres desviaciones típicas de dicho límite se clasifiquen correctamente. Ajuste los límites de zona en consecuencia como se indica en la figura 11.5. Las zonas de rechazo son las zonas sombreadas.

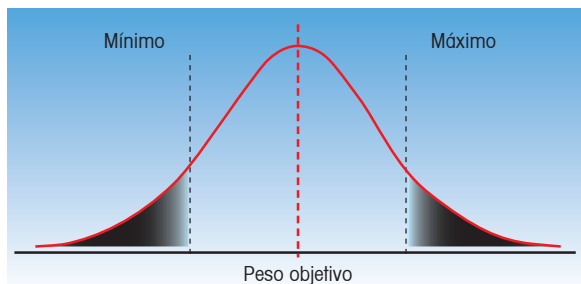


Figura 11.5: Ampliar los valores máximo y mínimo según la precisión de la controladora de peso

Si los límites de zona están ajustados por dos desviaciones típicas de la precisión de la controladora de peso a partir de los pesos aceptables máximo y mínimo, por lo menos el 95% de los artículos aceptados se clasificarán correctamente. Un ajuste más conservador de tres desviaciones típicas de la precisión de la controladora de peso garantizará que el 99,7% de los artículos se clasifiquen correctamente.

Ejemplo: Rechazar de forma fiable todos los productos cuyo peso real sea como máximo de 95,5 g. La precisión de la controladora de peso es $\pm 0,3$ g a $\pm 3\sigma$ (con esta precisión para la controladora de peso, un producto cuyo peso real sea 95,5 g podría dar cualquier resultado de pesaje entre 95,2 y 95,8 g).

En la tabla de la figura 11.6, vemos el impacto que el ajuste de los límites de zona por dos o tres desviaciones típicas de la precisión de la controladora de peso tiene en los productos cuyo peso real es igual al peso de rechazo objetivo o inferior a este.

Peso real	Posible resultado de pesaje	Clasificación con el límite de zona definido como 95,5 g	Clasificación con el límite de zona definido como 95,7 g (+2 σ)	Clasificación con el límite de zona definido como 95,8 g (+3 σ)
95,5 g	95,8 g	No rechazado	No rechazado	Rechazado
95,5 g	95,7 g	No rechazado	Rechazado	Rechazado
95,5 g	95,6 g	No rechazado	Rechazado	Rechazado
95,5 g	95,5 g	Rechazado	Rechazado	Rechazado
95,4 g	95,7 g	No rechazado	Rechazado	Rechazado
95,4 g	95,6 g	No rechazado	Rechazado	Rechazado
95,4 g	95,5 g	Rechazado	Rechazado	Rechazado
95,3 g	95,6 g	No rechazado	Rechazado	Rechazado
95,3 g	95,5 g	Rechazado	Rechazado	Rechazado

Figura 11.6: Impacto del ajuste de los límites de zona

Esto muestra la relación entre los límites de zona y la precisión de la controladora de peso y que unos límites de zona ajustados por 3σ garantiza que todos los productos cuyo peso real sea como máximo de 95,5 g se rechazarán de forma fiable.

Cuando se llenan productos sometidos a las regulaciones del contenido neto, el peso objetivo debe definirse en algún punto por encima del peso etiquetado en el paquete. La controladora de peso ayudará a compensar la cantidad de producto que se retira debido a los envases que se rechazan por peso insuficiente, lo que permite establecer un peso objetivo más reducido.

"La controladora de peso será tan buena como lo sean los procesos precedentes"

No obstante, la controladora de peso sólo podrá ser lo buena que sean los procesos precedentes. Si no hay mucho control sobre la variación en el peso de la tara del contenedor, la controladora de peso situada a continuación de la llenadora proporcionará un peso bruto preciso (no un peso de llenado). Por consiguiente, el peso de llenado puede quedar fuera de los límites. Un sistema tara/bruto pesa contenedores vacíos y después llenos y se puede utilizar para controlar la variación de peso del contenedor.

Lo mismo ocurre con todas las aplicaciones. Cuanto mayor sea la variación de peso de los componentes individuales, más difícil será comprobar el peso de un componente individual, con independencia de la precisión de la controladora de peso.

11.1.2 Aplicaciones de recuento o detección de piezas ausentes

Si desea conseguir un recuento de paquetes o detectar los artículos ausentes, primero considere la distribución del peso medio del artículo más ligero. Compare la distribución del peso medio total (colectiva) con la distribución de peso, sumándole y restándole el artículo más pequeño o el más ligero. Seguramente, le preocupará menos que sobren piezas que no que le falte alguna. Defina el límite de zona en los puntos donde esté razonablemente seguro de que el recuento es correcto. En la figura 11.7, se muestra el límite de zona inferior en comparación con las curvas de distribución de peso del paquete objetivo y un paquete donde falta una pieza. En la figura 11.8, se muestra lo que ocurrirá si el peso de la pieza específica es inferior a la variación de peso del producto total.

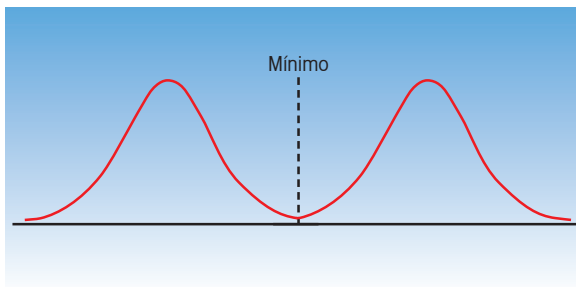


Figura 11.7: Ajustar el límite de zona mínimo

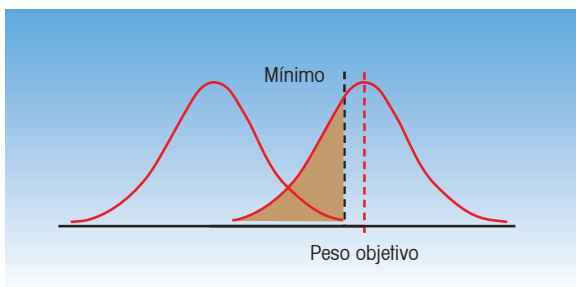


Figura 11.8: El peso del artículo es inferior a la variación del peso del producto total

Estreche las zonas según la precisión de la controladora de peso. Como se ilustra en las figuras 11.7 y 11.8, cuanto más baja sea la variación de peso incontrolable de los artículos en comparación con el peso de cada artículo, más efectiva será la controladora de peso a la hora de detectar correctamente la ausencia de un artículo. En la figura 11.8, la distribución es tan amplia que la controladora de peso rechazará artículos "válidos" a fin de rechazar los artículos donde falten piezas, con independencia de la precisión

de la controladora de peso. En este caso, el sistema tara/bruto puede ayudar con varianzas elevadas en el peso de contenedor. Asimismo, puede tener en cuenta la posibilidad de evaluar los procesos de producción de los componentes del producto o agregar una máquina de rayos X al sistema de control de peso para detectar la ausencia de artículos o artículos rotos.

Capítulo 12

Aumento de la eficiencia

Una controladora de peso moderna es capaz de realizar otras funciones además del pesaje. Una vez que haya configurado la máquina para que clasifique de forma fiable los productos que no cumplen el estándar, puede ampliar el programa utilizando las funciones de software y las opciones disponibles del proveedor de la controladora de peso para ejercer un mayor control sobre los procesos de producción, a la vez que se puede obtener el máximo partido de los recursos valiosos gracias al aumento de la productividad y a la reducción de los desperdicios de productos.

En los capítulos anteriores, se ha descrito en detalle el funcionamiento de las controladoras de peso, cuándo se utilizan y cómo se configuran para garantizar el cumplimiento de la normativa y proteger así a los consumidores finales. En este capítulo, se describen procesos adicionales que, si se emplean correctamente, pueden aumentar la eficiencia general de la línea de producción. Estos procesos adicionales no son esenciales para un programa de control de peso básico, pero deben tenerse en cuenta para los requisitos más complejos y exigentes de algunas aplicaciones. Este capítulo se divide en cinco secciones principales:

- Creación de informes
- Control de procesos
- Sistemas combinados
- Servicio y mantenimiento
- Pruebas de aceptación en fábrica

12.1 Creación de informes

Tenga en cuenta las necesidades de creación de informes del producto, el proceso y otras partes implicadas de la organización. Es posible que la instalación ya cuente con un sofisticado programa de adquisición de datos. Si es así, seguramente bastará con un puerto serie o TCP/IP Ethernet para enviar los pesos al ordenador remoto. Esta solución es probablemente la forma más sencilla de generar informes adaptados a las necesidades de la instalación. No obstante, para que la controladora de peso forme parte de un proceso de producción, que proporcione retroalimentación en tiempo real a dispositivos aguas arriba, puede ser necesario un PLC (Controlador lógico programable) o un programa

SCADA (Control de supervisión y adquisición de datos).

Además, existen programas de software específicamente diseñados para recopilar información de la controladora de peso. Estos programas generan análisis de producción y documentación como, por ejemplo, informes gráficos por lote, hora, turno, día, semana o incluso año, para ajustarse a los procedimientos de funcionamiento estándar. Con este software, los datos de producción se pueden supervisar centralmente y registrarse por cuestiones de seguridad, conformidad con la normativa, calidad de la medición y para garantizar que los procesos están bajo control. Además, debe ser conforme con la normativa legal de la mayoría de los países, incluidas las pruebas de uniformidad en farmacopea. En general, la mayoría de los programas de software permiten la conexión de varias controladoras de peso a un único programa residente en la red de la instalación. Con frecuencia, la instalación de una controladora de peso requerirá conexiones de todos los tipos para optimizar el control en tiempo real, al tiempo que se suministran los datos históricos de las inspecciones. Es importante que una controladora de peso pueda realizar ambas operaciones de forma automática y simultánea.

Algunas controladoras de peso cuentan con funciones de creación de informes y estadísticas que pueden observarse en pantalla, almacenarse en un lápiz de memoria USB o imprimirse en impresoras internas o externas. Las impresiones son una forma barata y sencilla de recopilar estadísticas y registros de los pesajes. No obstante, las impresiones no son tan dinámicas como los datos almacenados en un ordenador. El controlador puede imprimir a intervalos regulares, a determinadas horas del día, tras el pesaje de un número determinado de artículos, durante la configuración del producto y según demanda. Tenga en cuenta que para la mayoría de los software "estáticos" sum-



inistrados por el proveedor de la controladora de peso habrá diferentes versiones según el país y los requisitos.

Ejemplo:

- Alemania: Fertigpackungsverordnung (FPVO)
- Brasil: normativa del Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
- Australia: Consumer Affairs Victoria Regulations Trade Measurement Guide para empaquetadores, importadores y vendedores de artículos preenvasados

12.2 Control de procesos

12.2.1 Redes Fieldbus

Las redes Fieldbus, como DeviceNet, ControlNet, Ethernet/IP, Profibus DP y otras, son cada vez más habituales en los sectores de fabricación y envasado. Algunos proveedores de controladoras de peso han diseñado interfaces de PLC para formatos PLC comunes para conseguir una integración sin problemas en las líneas de producción. Es aconsejable preguntar al proveedor de la controladora de peso el nivel de integración que permite para poderse controlar mediante un PLC. Debe haber disponible una guía de interfaz que detalle el nivel exacto de integración que puede conseguirse de la interfaz, desde lecturas básicas de peso a sofisticados comandos y datos de carga y descarga que pueden proporcionar realmente un alto grado de automatización.

Una vez integrada en una red fieldbus, la controladora de peso puede controlarse directamente mediante el PLC, un DCS (Sistema de control distribuido) o un sistema SCADA (Sistema de control de supervisión y adquisición de datos). Los sistemas SCADA son muy útiles en el control de integración de procesos porque proporcionan un único punto de control para todas las máquinas de la planta de producción que puede controlarse mediante una red fieldbus.

12.2.2 OPC

OPC (**OLE for Process Control**) también se está utilizando cada vez más. OPC es un estándar de conectividad abierto. Aunque por diferentes motivos y necesidades, la industria de la automatización quiso un estándar para la conexión de las aplicaciones. OPC es una tecnología diseñada para enlazar muchas aplicaciones basadas en Windows® y hardware de control de proceso. Se trata de un estándar abierto que ofrece un método coherente para acceder a los datos de campo desde los dispositivos de la planta. Este método de acceso es siempre el mismo con independencia del tipo de datos y de su origen. Así, los propietarios de las controladoras de peso pueden elegir libremente el software y el hardware que dé respuesta a sus necesidades de producción principales, sin tener en cuenta

la disponibilidad de los controladores de marca registrada de otros fabricantes. Además, los propietarios de las controladoras de peso conformes a OPC pueden comunicar potencialmente sistemas de interfaz con sistemas SCADA u otros dispositivos de control más rápidamente, con lo que pueden reducir el tiempo de despliegue y abaratar los costes. Al igual que con las interfaces fieldbus, el proveedor de la controladora de peso debe proporcionar una guía para la interfaz de servidor OCP, que indique las funciones y la estructura de la interfaz.

12.2.3 Retroalimentación

La retroalimentación, otra forma de control de procesos, puede realizar un seguimiento del rendimiento de los cabezales de la llenadora e incluso controlar la llenadora para obtener los pesos de llenado óptimos. Si se desea controlar manualmente las llenadoras, la controladora de peso puede proporcionar simplemente un informe de cada cabezal y emitir una alarma cuando un cabezal de llenadora se halle fuera del rango de tolerancia.

La llenadora es la clave para un control efectivo del peso de llenado. La distribución del peso de un artículo llenado proporciona la mejor medida del rendimiento de la llenadora. Cuanto menor sea la variación de la llenadora, mejor es el rendimiento y menos producto se desperdicia.



Si el peso objetivo de una llenadora se define en dos desviaciones típicas del peso de llenado por encima del peso etiquetado, el 95% de los artículos llenados pesarán más que el peso etiquetado o igual a éste. Si la llenadora tiene una desviación típica inferior, como describe la distribución de peso en línea discontinua de la figura 12.1, el peso objetivo puede estar mucho más cerca del peso etiquetado en comparación con una llenadora menos precisa.

La llenadora optimizará la variación de peso cuando:

- La llenadora se adecua al producto
- La llenadora está en condiciones óptimas
- En la llenadora entra un flujo de producto uniforme

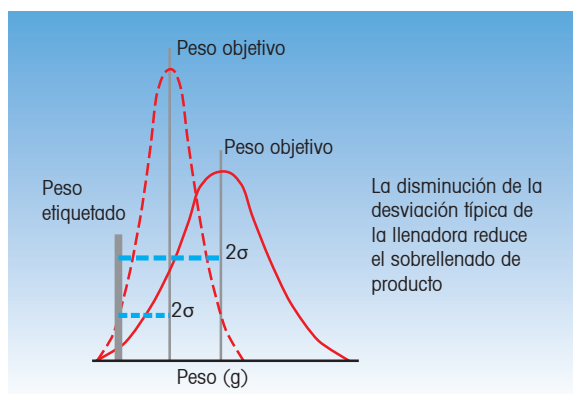


Figura 12.1: Precisión de la llenadora

12.2.4 Precisión de la llenadora

El control de información de retroalimentación de una controladora de peso puede minimizar los errores de pesaje de los productos y el sobrellenado de producto generados por la deriva de la llenadora (figura 12.2). La deriva puede ser ocasionada por cambios lentos en el entorno o en las características del producto.

Nota: La precisión de la controladora de peso con retroalimentación para una llenadora compensa los cambios de producto, pero no mejora el rendimiento de la llenadora.

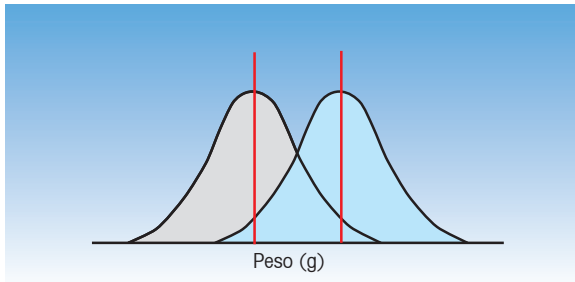


Figura 12.2: Deriva de la llenadora

La controladora de peso y la llenadora están en constante comunicación, lo que garantiza que si se detecta una deriva de peso, ésta puede rectificarse antes de que incida negativamente en la producción.

En el paso 1 (figura 12.3), se muestra que la controladora de peso ha detectado una deriva de la llenadora a la baja. Si esta tendencia continúa, la variación de peso de llenado aumentará y los artículos los podrían llenarse con menos peso del correspondiente.

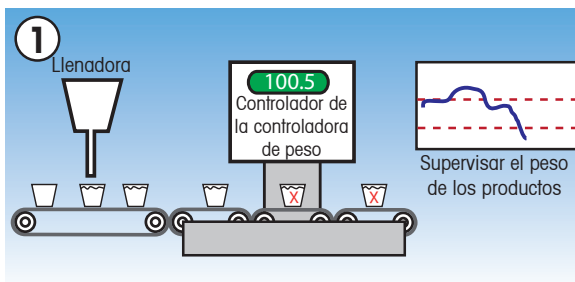


Figura 12.3: Proceso de retroalimentación de la controladora de peso a la llenadora - Paso 1

Gracias al sistema de retroalimentación de la controladora de peso, se envía una señal a la llenadora para ajustar el llenado como en el paso 2 (figura 12.4). Hay un retraso de tiempo durante el que la controladora de peso no indicará a la llenadora que debe ajustarse.

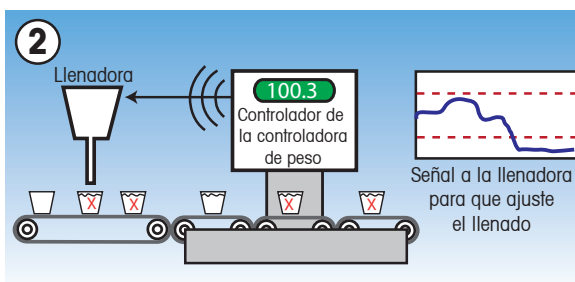


Figura 12.4: Proceso de retroalimentación de la controladora de peso a la llenadora - Paso 2

En el paso 3 (figura 12.5), se muestra que el retraso de tiempo es igual al tiempo que se tarda en pesar los paquetes que han abandonado la llenadora antes de que la controladora de peso señale un cambio.

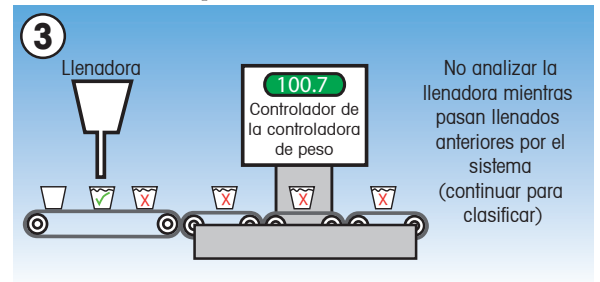


Figura 12.5: Proceso de retroalimentación de la controladora de peso a la llenadora - Paso 3

En el paso 4 (figura 12.6), la deriva de la llenadora a la baja se corrige gracias a la retroalimentación.

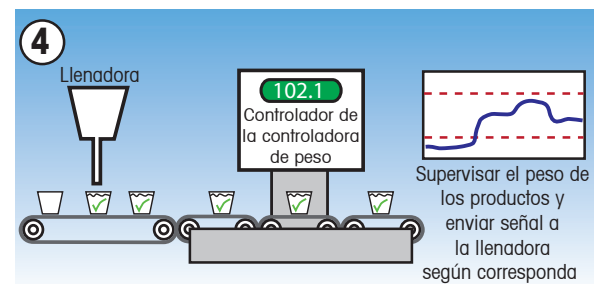


Figura 12.6: Proceso de retroalimentación de la controladora de peso a la llenadora - Paso 4

Cuanto más larga sea la distancia entre la llenadora y la controladora de peso, más paquetes habrá entre ambas máquinas en un momento determinado. Cuantos más paquetes haya en la cola de la controladora de peso, más largo será el retraso de tiempo de retroalimentación a la llenadora. Idealmente, la controladora de peso debe estar colocada justo al lado de la llenadora para que la respuesta a los cambios en el peso de llenado sea lo más inmediata posible.

12.2.5 Cambios graduales y coherentes en el peso del producto

El software de zonas flotantes o límites móviles ajusta el valor objetivo y los límites de zona de una controladora de peso para compensar los cambios coherentes y graduales en el peso del producto. El software detecta las tendencias sobre la base de medias a largo y corto plazo.

Una aplicación común de este software es el pesaje de los productos de papel, como los pañales, en los que es importante verificar la cantidad adecuada de piezas. Las fluctuaciones en la temperatura ambiente y la humedad aumentarán o disminuirán el contenido de humedad y el peso del papel. Estos cambios se producirán gradualmente. El software de zona flotante cambia el peso objetivo a medida que el promedio en el proceso cambia. A medida que el papel acumula humedad, su peso aumenta lenta y apreciablemente. El peso objetivo y los límites de zona aumentan y compensan el aumento de peso (figura 12.7).



Figura 12.7: Límites móviles (seguimiento del valor medio)

12.3 Sistemas combinados de control de peso

A fin de minimizar la complejidad, utilizar menos espacio e integrar los componentes en una línea, existen sistemas combinados de detección de metales y control de peso y sistemas de rayos X y control de peso (figura 12.8). Estos sistemas son más fáciles de instalar y generalmente resultan menos costosos que comprar sistemas separados e integrarlos después. Además, con un sistema combinado se reducen los errores del operario y se agilizan los cambios de producción mediante la configuración automática de productos en una sola interfaz para ambas tecnologías. Además, los operarios requieren menos formación y se reducen los costes de mantenimiento y limpieza. Los paquetes se cronometran, separan y orientan de una forma uniforme y repetible, por lo que la controladora de peso es una cómoda plataforma para la integración de otros dispositivos de inspección como los detectores de compuerta, los sistemas de visión y los sensores RFID. Finalmente, la controladora de peso está bien equipada para una gestión de rechazos que permite la identificación centralizada y el seguimiento de los productos no conformes.

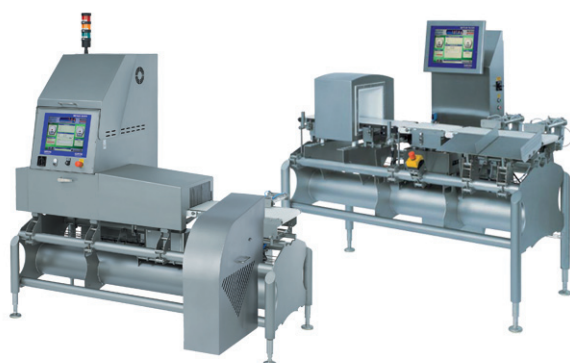


Figura 12.8: Sistemas combinados de controladora de peso con rayos X o detector de metales

12.4 Servicio y mantenimiento

Es aconsejable estudiar exhaustivamente todos los contratos de servicio, los kits de piezas de repuesto y desgaste y las garantías de las máquinas antes de adoptar una decisión sobre la controladora de peso que se va a adquirir. Algunas garantías proporcionan una cobertura mucho más amplia que otras. Puede haber un centro de servicio técnico cerca de su localidad o una red activa de técnicos de mantenimiento. Con la adquisición de un programa de mantenimiento preventivo se puede, a la larga, ahorrar dinero y aumentar la vida útil del sistema de control de peso.

El diseño de los sistemas de controladoras de peso más recientes facilitan el mantenimiento. Actualmente, las piezas duran más y pueden cambiarse con más facilidad. Para realizar un mantenimiento simple, resultan convenientes las conexiones eléctricas de desconexión rápida, piezas de cambio rápido o sin herramientas y kits de piezas de repuesto (como correas, cadenas, cojinetes y ruedas dentadas).

A fin de disminuir al máximo el tiempo de inactividad es vital solicitar y recibir rápidamente las piezas nuevas. Es importante determinar claramente el servicio y el suministro de piezas. Si va a ser necesario esperar a que lleguen las piezas, será conveniente guardar piezas de repuesto in situ y estar preparado.

12.5 Procedimientos de validación y FAT

En las industrias reguladas, como la farmacéutica, es obligatorio someter a las controladoras de peso a un proceso de validación. Deben tenerse en cuenta la documentación especial y la posible conformidad operativa con 21 CFR parte 11, que requieren que la controladora de peso se someta a una Prueba de aceptación en fábrica (FAT). Cuando elija un proveedor para la controladora de peso es esencial que éste pueda proporcionar toda la documentación necesaria, las funciones de software y soporte completo. Debe proporcionarse el proceso de cualificación y validación:

- Documentos de preaprobación
- Cualificación de diseño (DQ)
- Cualificación de instalación (IQ)
- Cualificación operativa (OQ)
- Cualificación de rendimiento (PQ)
- Certificados
- Cualificación de mantenimiento
- Cualificación de investigación

Capítulo 13

Mantenimiento del rendimiento con OEE

Una vez que se haya implementado correctamente un programa de control de peso eficaz, incluidas todas las acciones necesarias para mejorar el rendimiento, deben supervisarse constantemente los procesos de producción para mantener estos niveles de rendimiento y, cuando sea posible, realizar las acciones adecuadas para mejorarlos. Algunos fabricantes entienden el rendimiento como la eficiencia global del equipo (OEE; Overall Equipment Effectiveness), lo cual es un método eficaz para medir y cuantificar el rendimiento de una línea de producción. Para estos fabricantes OEE es la "práctica recomendada".

13.1 Pérdidas no visibles

A veces, es difícil determinar los motivos exactos de las pérdidas de producción. OEE hace visibles las pérdidas mostrando las máquinas y/o los procesos responsables de dichas pérdidas, lo que a su vez proporciona una información muy valiosa para poner en práctica las acciones correctivas necesarias.

Aunque la controladora de peso no sea la causante de las pérdidas imprevistas de producción, el hecho de que se utilice a menudo como pieza final del equipo de la línea de producción, para realizar la comprobación de todos los productos antes de enviarlos, resulta ideal para recopilar datos valiosos al calcular la OEE.

El uso de la OEE para supervisar los procesos de producción mostrará cuándo y por qué se producen las pérdidas de producción, pero no muestra la causa de dichas pérdidas. OEE ofrece un valor basado meramente en los datos de producción de los procesos y la máquina. No tiene en cuenta el factor humano en sus cálculos.

OEE en su definición más simple se define como

$$\frac{\text{Salida corriente real}}{\text{Salida factible máxima}} = ?\%$$

Hay tres factores principales que deben tenerse en cuenta al calcular lo correcta o incorrectamente que funciona una línea de producción, lo que conforma la base para medir la OEE.

Estos tres factores son:

- Disponibilidad
- Rendimiento
- Calidad

La mejora de cualquiera de estos tres factores supondrá una mejora en la OEE.

13.2 Cálculo de la OEE

La OEE se calcula comparando los resultados reales de los tres factores básicos, disponibilidad, rendimiento y calidad, con los estándares planificados o predeterminados para cada factor. A continuación los porcentajes resultantes se multiplican entre sí para determinar la eficiencia global del equipo.

"Si su OEE es del 85% o superior, tiene una línea de producción de primera clase".

13.2.1 Disponibilidad

La disponibilidad es el tiempo de actividad real mostrado como porcentaje del tiempo de producción planificado. Una disponibilidad del 100% significa que la línea de producción ha funcionado sin el registro de paradas no previstas.

13.2.2 Rendimiento

El rendimiento es la productividad (piezas x minuto) real mostrada como porcentaje de la productividad real máxima o especificada. El rendimiento es una medida de la capacidad de la línea de producción de funcionar con la productividad máxima especificada. Un rendimiento del 100% significa que el proceso se ha ejecutado de modo constante con la productividad máxima designada.

13.2.3 Calidad

La calidad es la cantidad de productos correctos mostrados como porcentaje de todos los productos producidos. Una calidad del 100% significa que no se ha rechazado ni se ha tenido que volver a procesar ningún producto.

Ejemplo:

90% disponibilidad x 95% rendimiento x 99,9% calidad = OEE de primera clase del 85%

La ventaja de la OEE es que se compone de tres factores que pueden analizarse individualmente y sobre los que se puede actuar también de forma individual. En la figura 13.1, se muestra una descripción general de cómo calcular la OEE y un ejemplo.

13.3 Mejorar los componentes de disponibilidad y rendimiento de la OEE mediante un correcto mantenimiento

Algunas empresas siguen procedimientos de mantenimiento de rutina o adhoc sin tener en cuenta el impacto que un correcto mantenimiento planificado puede tener en los componentes de disponibilidad y rendimiento de la OEE.

Un plan de mantenimiento efectivo debe concentrarse en conseguir ciclos de funcionamiento más largos y no en recuperarse más rápidamente de los tiempos de inactividad imprevistos. Con un mantenimiento adecuado, se consiguen ciclos de funcionamiento más largos y una recuperación más rápida tras tiempos de inactividad imprevistos.



El mantenimiento no debe olvidarse nunca: todas las controladoras de peso requieren un mantenimiento regular para funcionar a la tasa de funcionamiento ideal especificada. Si internamente no dispone de recursos para ejecutar el programa de mantenimiento, el proveedor del equipo deberá poder asumir esta función de vital importancia.

Los operarios deben estar bien formados; en algunas organizaciones, el grupo de mantenimiento puede realizar esta tarea tras recibir la formación adecuada por parte

Disponibilidad	A	Tiempo de producción planificado - 480 minutos		<div style="background-color: #a67c52; color: white; padding: 10px; text-align: center;"> Paros imprevistos de la producción  PÉRDIDAS DEL 43% </div>
	B	Tiempo de producción real - 360 minutos		
Rendimiento	C	Productividad especificada - 10 pzs. por min. = 3600 pzs.		
	D	Productividad real - 2880 pzs.	Mantenimiento deficiente o inexistente	
Calidad	E	Total de productos producidos - 2880 pzs.		
	F	Productos válidos - 2736 pzs.	Llenados insuficientes Llenados excesivos Reproceso	

Disponibilidad = B/A = 360/480 = 75%

Rendimiento = D/C = 2880/3600 = 80%

Calidad = F/E = 2736/2880 = 95%

OEE = 75% x 80% x 95% = 57%

Figura 13.1: Ejemplo de cálculo de la OEE

del proveedor del equipo. Si no dispone de este recurso, el proveedor del equipo puede proporcionar programas de formación personalizados basados en los requisitos de cada aplicación. Para mejorar la OEE, es esencial que los operarios estén bien formados, sean responsables y proactivos, ya que así sabrán reconocer los posibles problemas que pueden conducir a un tiempo de inactividad antes de que se produzcan realmente y podrán aplicar las medidas correctivas necesarias. La formación no debe ser un proceso breve y puntual. Todos los operarios nuevos deben seguir una formación exhaustiva tanto para la controladora de peso como para los procesos asociados a ésta. Esto mejorará aún más la OEE.

Asimismo es importante recordar que un mantenimiento adecuado puede incidir en la calidad. Con un mantenimiento adecuado, las máquinas pueden mantener el rendimiento según las especificaciones de diseño originales, lo que a su vez permite una producción más ajustada a las tolerancias, lo que se traduce en un producto de calidad mejor y más homogénea.

13.4 Mantener la puntuación y compartir los resultados

Es importante compartir la información de la OEE con el personal de producción. Los operarios responsables y altamente cualificados que conocen perfectamente el proceso y la controladora de peso serán piezas clave para desarrollar soluciones para los problemas de control de peso, y deben sentirse implicados y motivados.

Los expertos recomiendan encarecidamente instalar un sistema de supervisión sencillo, como una pantalla con LED, en las áreas clave de las instalaciones, para que el personal de fabricación pueda ver la OEE de la línea de producción en tiempo real. Si la OEE no se ve, se enmascara su impacto: las ganancias o pérdidas que puede producir en el rendimiento continuado de la línea de producción.

Una vez comprendidos los factores básicos para calcular la OEE, se puede proceder al desarrollo de las herramientas necesarias para recopilar la información y realizar los cálculos.

Se aconseja empezar por la supervisión de una única controladora de peso. Realice las mediciones, identifique los problemas particulares y desarrolle las soluciones. Vuelva a realizar las mediciones para ver si se ha producido una mejora y continúe con este ejercicio. A continuación, amplíe este proceso midiendo una célula de trabajo o toda una línea de producción. Siga el mismo proceso: recopile los datos, identifique los problemas, desarrolle las soluciones, mida y repita.

13.5 Utilice la OEE en el proceso de toma de decisiones de sus inversiones

La OEE sirve también para evitar que se efectúen compras inadecuadas. Ayuda a concentrarse en la mejora del rendimiento de los recursos de maquinaria y de fábrica actuales. Si se debe realizar inversiones en maquinaria nueva, adquiera los equipos de proveedores que trabajen con el concepto OEE. Es esencial especificar las medidas de rendimiento basadas en los resultados para la nueva maquinaria de proceso en los contratos de los proveedores. Las medidas de OEE pueden utilizarse para comprobar que el rendimiento del equipo nuevo se ajuste a cada caso.

13.6 Software de OEE

Cuando implemente un programa de OEE, contemple la posibilidad de utilizar soluciones de software profesionales que le ayudarán a aumentar considerablemente y mantener un alto valor de OEE. Hay muchas empresas que proporcionan software y soluciones para la gestión de la OEE.

Con un buen paquete de software de OEE, se reduce prácticamente del todo el papeleo en la fábrica. Normalmente, los operarios y los supervisores de las instalaciones pierden una cantidad ingente de tiempo en tareas administrativas registrando, analizando y notificando en papel los motivos de inactividad y las causas, y después explicando estos informes a la dirección. Un sistema de OEE detecta y notifica automáticamente los tiempos eficientes y de inactividad. Esto ahorra el tiempo dedicado a actividades de registro que no aportan ningún valor y permite al personal centrarse en tareas más valiosas. Con la OEE, todo el personal, desde los operarios de la planta a los directivos, están mejor informados, con más frecuencia y más fácilmente. Y lo que es más importante, un paquete de software puede:

- Señalar las oportunidades y las acciones necesarias para reducir las pérdidas de producción y aumentar la capacidad
- Representar el coste real de los tiempos de inactividad, la pérdida de rendimiento, los reprocesos, las pérdidas por el proceso de identificación y separación de piezas no aptas en las líneas de montaje
- Proporcionar datos analíticos precisos para gestionar las iniciativas de Lean Manufacturing (Producción ajustada) y Seis Sigma
- Proporcionar una ventaja competitiva sustancial al sector de la fabricación en toda la cadena de producción

OEE debe entenderse como un proceso continuado y como una actividad o proyecto puntual. Pequeñas ganancias pueden traducirse en grandes mejoras de la OEE en el tiempo, pero sólo si se observan y supervisan continuamente. Las ganancias en más de un factor suponen aún mayores ganancias en la OEE, con el consecuente ahorro de costes y aumento de beneficios.

Formulario de validación y recopilación de datos de OEE

Fecha: _____

Validación para (máquina/célula/línea de producción) _____

(A) Tiempo de producción planificado	_____ (min.)		
(B) Tiempo de producción real	_____ (min.)	B/A= _____%	Disponibilidad
(C) Productividad especificada	_____ (pzs. por min.)	X	
(D) Productividad real	_____ (pzs. por min.)	D/C= _____%	Rendimiento
(E) Total de productos producidos	_____ (pzs.)	X	
(F) Productos válidos	_____ (pzs.)	F/E= _____%	Calidad

OEE= _____%

Véase la figura 13.1 para el cálculo.

Notas: _____

Acción realizada: _____

Capítulo 14

Glosario

A continuación, se presenta un glosario de términos habituales que se utilizan en esta guía y en la industria del control de peso.

Artículo

Producto específico. Por ejemplo, si un producto son cajas de cereales de 300 g, un artículo es una caja de cereales.

Barrera de luz del peso

Normalmente, sensor fotoeléctrico situado al principio o al final de un transportador de pesaje que instruye al controlador para que muestre el peso del producto que se transfiere al transportador de salida.

Célula de carga extensométrica

La célula de carga extensométrica es el tipo de célula de pesaje más común utilizado en el mundo, por su bajo coste y su resistencia industrial. Su rápido tiempo de respuesta es ideal para el control de peso.

Células de pesaje

En cada línea de productos, se utilizan tipos diferentes de células de pesaje. La célula de pesaje es el componente de báscula real de una controladora de peso. Véase Compensación electromagnética de fuerzas y Célula de carga extensométrica digital. La salida eléctrica de la célula de pesaje es la señal del peso.

Controlador

Consola electrónica de la controladora de peso. Tras activarse mediante la barrera de luz de peso, el control pesa y clasifica cada artículo y rechaza de la línea los artículos que no cumplan el peso.

Controlador lógico programable (PLC)

Los PLC pueden ser desde dispositivos pequeños que forman parte de sistemas de máquinas (como las controladoras de peso) hasta dispositivos grandes que centralizan el control de la línea y la gestión de datos. Los PLC se caracterizan por tres elementos: un área de entrada, un área

de salida y un dispositivo lógico. Con los sistemas más grandes, se proporciona una interfaz de usuario, mientras que los sistemas más pequeños se controlan remotamente o mediante un ordenador externo.

Controladora de peso

Mecanismo que pesa artículos mientras pasan continuamente por una línea de producción, los clasifica en zonas de pesaje predefinidas (normalmente, sobrepeso, aceptables o peso insuficiente) y rechaza o clasifica los artículos de peso inaceptable.

Controladora de peso de movimiento intermitente

Este tipo de controladora de peso detiene cada artículo en la sección de pesaje, lo pesa y después lo descarga. La controladora de peso mide el peso estático, no el peso dinámico. Véase también Controladora de peso.

Desviación del objetivo

Diferencia entre el peso real y el peso objetivo, con valores positivos y negativos. Se pueden ver pesos como una desviación del peso objetivo en el panel de visualización de la controladora de peso.

Desviación típica

La desviación típica es el conjunto de datos situados alrededor de un punto central. Los datos deben seguir una distribución normal. Una unidad de desviación típica se expresa con la letra griega sigma σ .

Dispositivo de rechazo

Mecanismo que retira los artículos del flujo de la línea al recibir una señal de un sistema de control. El dispositivo de rechazo se compone a menudo de una válvula solenoide, un cilindro de aire y las partes mecánicas asociadas.

Distribución normal

Distribución de probabilidad de frecuencia centrada alrededor de la media de una población de datos y a continuación de una curva en forma de campana. La anchura viene determinada por la desviación típica de los datos.

Eficiencia

Este valor es el porcentaje del tiempo transcurrido durante el que la línea estaba funcionando.

EMFR – (Electromagnetic Force Restoration, Compensación electrónica de fuerzas)

Principio de la célula de pesaje de alta precisión que se utiliza tanto en las básculas como en las controladoras de peso.

Error medio

Diferencia entre el valor medio de los datos reales (pesos) y los datos medidos.

Espaciado de paquetes

Espacio que se deja entre los productos para poder realizar un pesaje preciso.

FPVO (Fertigpackungsverordnung)

Ley de Pesos y Medidas alemana aplicable al contenido neto y a los productos preenvasados.

Indicadores luminosos de zona

Estos indicadores muestran la clasificación de cada producto. Véase la figura 14.1 un ejemplo de indicaciones de colores.

Color	Zona de pesaje	Zona de pesaje
	Indicadores de 3 zonas	Indicadores de 5 zonas
Rojo	Zona 1 - Peso insuficiente	Zona 1 - Peso insuficiente
Azul	No se utiliza	Zona 2 - Primero insuficiente (normalmente, aceptable pero demasiado ligero)
Blanco	Zona 2 - Aceptable	Zona 3 - Aceptable
Ámbar	No se utiliza	Zona 4 - Primero excesivo (normalmente, aceptable pero demasiado pesado)
Verde	Zona 3 - Sobrepesos	Zona 5 - Sobrepesos

Figura 14.1: Estado de clasificación de zona

Linealidad

La linealidad es la capacidad de la controladora de peso para medir de forma precisa un valor conocido en el rango del dispositivo.

MC (Measurement Canada, Medidas de Canadá)

Organismo de Canadá que proporciona los estándares de Pesos y Medidas y que verifica la conformidad del equipo con dichos estándares.

MID

MID son las siglas en inglés de Measuring Instruments

Directive (Directiva sobre instrumentos de medición) y describe detalladamente los procesos y responsabilidad de 10 tipos de instrumentos de medición, incluidas las controladoras de peso, durante su producción y puesta en servicio.

NIST

Sigla de National Institute for Standards and Technology (Instituto nacional de normalización y tecnología). El NIST forma parte del Departamento de comercio de los Estados Unidos y publica el Manual 44 sobre estándares de Pesos y Medidas y el Manual 133 sobre la regulación de pesos y mercancías envasadas.

NTEP

Sigla de National Type Evaluation Program (Programa nacional de evaluación de tipos) Componente del Consejo Nacional de Pesos y Medidas; organización independiente de los Estados Unidos que verifica el cumplimiento de los estándares de los equipos de pesaje y medición.

Pantalla de pesaje

Muestra el peso de cada artículo o una variación positiva/negativa respecto al peso objetivo, a medida que la línea se desplaza.

Paquetes por minuto (PPM)

La velocidad a la que pasan los paquetes observada en un punto determinado de la línea. Los ppm pueden medirse durante un tiempo para obtener una velocidad media, o durante un tiempo infinitesimalmente corto para obtener una velocidad instantánea. Al diseñar un sistema de manipulación de paquetes, los PPM deben ser constantes en todo el sistema; si no es así, se producirán atascos importantes.

Paso

La medición del paso se realiza desde el borde anterior de un paquete hasta el borde anterior del siguiente paquete o de centro a centro.

Pesaje dinámico

El pesaje dinámico se produce cuando un artículo se pesa sobre la célula de pesaje mientras está en movimiento.

Pesaje estático

El pesaje estático es el proceso de pesaje de un artículo mientras éste está quieto en la plataforma de una báscula.

Peso bruto

Peso completo del producto incluido el envase.

Peso etiquetado

Peso del producto que se muestra en el envase. La media de la producción total debe ser igual o superior a este valor. Se conoce también como peso nominal.

Peso neto

Peso del contenido del producto en el envase.

Peso nominal

Véase Peso objetivo.

Peso requerido

Este valor es el peso que se desea que tenga el producto que se está produciendo. A veces, el peso objetivo se utiliza para describir el peso nominal o etiquetado de un producto. En circunstancias normales, el peso objetivo se define ligeramente por encima del peso de etiquetado para garantizar que el peso medio de la producción total no sea inferior al peso etiquetado, a fin de cumplir la normativa de envasado.

Precisión

La precisión se compone de la linealidad y de la repetibilidad de un sistema y puede definirse, en el caso de las controladoras de peso, como la suma de la desviación típica y el error medio de un sistema.

Precisión (II)

Se conoce como repetibilidad, cuando se utiliza en relación con las controladoras de peso.

Producción de la línea

Número de artículos por minuto que la línea de producción produce; productividad (medida en PPM).

Producción de la línea instantánea

Si las condiciones hacen que un grupo de paquetes entre en la controladora de peso, la velocidad PPM será superior a la **producción de línea** promedio. En el peor de los casos, la producción de línea instantánea es la velocidad máxima de la cinta dividida entre el paso más pequeño. Estas situaciones deben tenerse en cuenta para garantizar el espaciado mínimo adecuado.

Productividad

Véase paquetes por minuto.

Puesta a cero

Hace referencia a la compensación automática para la acumulación de productos en la sección de pesaje o a los cambios graduales en la señal del peso procedentes de la controladora de peso como la antigüedad de los componentes.

Regla de oro

Hay tres parámetros principales para medir la productividad de paquetes de un equipo de envasado en movimiento: **la velocidad de la cinta, los paquetes por minuto (PPM) y el paso del paquete**, como se describe a continuación. Los tres están relacionados mediante la siguiente fórmula:

Velocidad de cinta = PPM x Paso

Repetibilidad

Se trata de la capacidad de la controladora de peso para pesar coherentemente a lo largo del tiempo. Si pone y quita el mismo peso 100 veces en la controladora de peso, ¿cuántas veces obtendrá el mismo valor?

Rodillo de transición

Rodillo miniatura que se encuentra en el espacio situado entre los rodillos de desviación de cintas transportadoras adyacentes que sirve para suavizar la transferencia de los productos.

ROI (Return On Investment, retorno de la inversión)

Proporción de dinero ganado o perdido (ya sea realizado o por realizar) en una inversión en relación con el importe de dinero invertido.

Sensor óptico/barrera de luz

Normalmente, se trata de un escáner fotoeléctrico que activa un ciclo de pesaje cuando un artículo interrumpe su haz de luz. En lugar del sensor óptico, en algunas controladoras de peso la maquinaria de envasado precedente activa un conmutador de levas.

Señal de peso

Señal de salida digital o analógica de la célula de pesaje. En una señal analógica, la tensión de salida es proporcional al peso aplicado a la célula de pesaje.

Sobrellenado

Cantidad que el peso del artículo excede al peso etiquetado. Se puede determinar por paquete, como un promedio o como la suma de un grupo de productos.

Sobretensiones transitorias

Picos de tensión en la línea de alimentación de CA que interfieren con la función de control.

Tara

Este valor es el peso del envase sin producto (por ejemplo, una caja vacía).

TCO (Total Cost of Ownership, Coste total de la propiedad)

Su finalidad es ayudar a los consumidores y a los directores de empresas a determinar los costes directos e indirectos de un producto o sistema. Se trata de un concepto de contabilidad de gestión que se puede utilizar para comprobar que al adquirir un activo se tienen en cuenta todos los costes asociados durante un periodo determinado.

Tiempo de pesaje

Tiempo que el paquete se encuentra totalmente solo en la sección de pesaje. Puede calcularse restando la longitud del paquete de la longitud del transportador de pesaje y dividiendo este valor entre la velocidad de la cinta. Según la estructura principal y el control, los rangos de tiempo de pesaje abarcan de 60 milisegundos a 350 milisegundos.

Ejemplo:

Si tenemos: PPM = 100 paquetes
Longitud = 200 mm

Con una sección de pesaje de 305 mm, para garantizar que sólo un paquete esté en la sección de pesaje, establecemos el paso mínimo en 355 mm. Con la regla de oro, calcula-

mos la velocidad de la cinta:

$$355 \times 100 = 35,5 \text{ metros por minuto.}$$

Nuestro tiempo de pesaje = $(305 - 200)/(35500/60) = 0,177$ segundos. Probablemente aceptable, según el tipo de producto y la precisión deseada.

Tornillo de sincronización (helicoide, tornillo sinfín)

Helicoide variada que gira alrededor de un eje paralelo a la dirección del recorrido del paquete y suelta los paquetes con un paso homogéneo. Determinados productos, como las latas, es más sencillo espaciarlos con un tornillo de sincronización. Un tornillo de sincronización es, básicamente, un vástago de plástico con una larga ranura gravada, similar a la rosca de un tornillo. La ranura es ligeramente mayor que el diámetro de la lata, lo que permite que la mitad de la lata esté en la ranura. En lugar de ser un paso constante como el de un tornillo, el paso se amplía y se separan fácilmente los productos altos e inestables. Bajo el tornillo de sincronización se utiliza una cadena silenciosa ancha para transportar los productos.

Transferencia lateral (de transportador a transportador)

Método de transferir un producto de una cinta a otra con el soporte continuado del paquete, colocando dos transportadores adyacentes y paralelos entre sí. La controladora de peso se coloca delante del transportador adyacente y paralela a éste. El transportador de transferencia lateral se coloca lo más cerca posible del transportador del cliente y las cintas casi se tocan. A continuación, se colocan unos rieles de guía para deslizar los productos desde el transportador del cliente al transportador de transferencia lateral. El transportador de transferencia lateral puede después integrarse en la sección de entrada o salida de la controladora de peso para realizar transferencias suaves.

Transferencias en "cola de milano"

En aquellos casos en los que los transportadores de entrada se componen de una cadena o cinta estrecha, se puede crear un solapamiento en el punto de transferencia creando una "cola de milano" que mantenga el soporte del producto durante la transferencia entre secciones del transportador. Se trata del nivel de integración más elevado y que proporciona la transferencia más suave. Las colas de milano también pueden utilizarse entre las diversas secciones de la controladora de peso, como el temporizador y el espaciado, el espaciado y el pesaje y el pesaje y la salida.

Transporte

Mecanismo de manipulación de productos de una controladora de peso, como un transportador.

Transportador con temporización

Transportador que se utiliza para regular los paquetes con un paso homogéneo. Si el cliente no puede garantizar un espaciado homogéneo o si los artículos están demasiado separados y se mueven particularmente rápido, normal-

mente se utiliza una sección de temporización para ralentizar los artículos. Al ralentizarlos, se acercarán unos a otros lo que garantiza un suministro homogéneo de paquetes. A una sección de temporización siempre le sigue una sección de espaciado que separa los productos con el paso adecuado para su pesaje. Una sección de temporización puede estar compuesta también por cadenas o cintas.

Transportador de espaciado

Para acelerar los paquetes de modo que quede el espaciado adecuado entre éstos para pesarlos, se utiliza una sección de espaciado del avance. Estas secciones pueden emplear cadena o cinta y moverse más rápidamente que el transportador de entrada del cliente, lo que aumenta el espacio entre los paquetes. A fin de que el proceso sea efectivo, el cliente debe suministrar el producto con el mismo paso y velocidad de cinta para los que se diseñó la unidad. Si se producen variaciones en estos valores, se generarán errores de espaciado.

Transportador de pesaje

La sección de báscula de todas las controladoras de peso se denomina transportador de pesaje. La longitud del transportador de pesaje es vital para calcular el tiempo de pesaje y determinar el número máximo de paquetes que se pueden pesar en dicha controladora de peso.

Transportadores de mordaza lateral

Conjunto de transportador de eje vertical con dos secciones de cinta opuestas que agarran los laterales de un paquete. Algunos artículos altos que ocupan un espacio reducido no pueden transferirse fácilmente entre transportadores. Las cintas con mordazas laterales se extienden por encima de la zona de descarga del transportador del cliente y agarran los laterales del producto antes de que alcance el espacio existente entre el transportador del cliente y la controladora de peso. De este modo, pasa suspendido por el espacio existente entre las cintas y se suelta en la sección de entrada de la controladora de peso. Las cintas con mordazas laterales se utilizan también para superar el espacio existente entre la sección de salida de la controladora de peso y el siguiente transportador de retirada del producto

Valor medio

Suma de todos los valores de un grupo dividido entre el número de valores de dicho grupo.

Velocidad de la cinta

Velocidad lineal de la cinta medida normalmente en metros por minuto (m/min). Con un tacómetro, pueden conseguirse las mediciones más precisas.

Zona de pesaje

Rango de pesos entre dos límites de zona consecutivos.

Referencias

A continuación se incluyen enlaces a diversas fuentes y tipos de información como referencia:

Metrología

Organización para la automatización y el control de máquinas (OMAC, Organization for Machine Automation and Control)
<http://www.omac.org>

Organización internacional de metrología legal (OIML, International Organisation of Legal Metrology)
<http://www.oiml.org/publications/R/R087-e04.pdf>

Estándares alimentarios

Estándar internacional de alimentos (IFS, International Food Standard)
<http://www.food-care.info>

Organización Mundial de la Salud (OMS)
<http://www.who.int/foodsafety/publications/>

GFSI:
<http://www.globalfoodsafety.com>

Organización mundial para la seguridad en los alimentos
<http://www.worldfoodsafety.org/>

Estándares alimentarios de FAO/OMS; Comisión del Codex Alimentarius
<http://www.codexalimentarius.net>

Autoridad para la seguridad alimentaria europea (EFSA, European Food Safety Authority)
<http://www.efsa.eu.int/>

Instituto para la calidad segura de los alimentos (SQF, Safe Quality Food)
<http://www.SQFI.com>

Comité internacional de cadenas minoristas de alimentación (CIES, International Committee of Food Retail Chains)
<http://www.ciesnet.com/>

EN ISO 9001:2000 e ISO 22000:2005 (1 de septiembre de 2005) Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos – Federación Internacional de Lechería (FIL)
<http://www.fil-idf.org>

HACCP/Higiene/Directrices

HACCP de los Países Bajos (ISO 22000)
<http://www.foodsafetymanagement.info>

Los siete principios HACCP de USDA (en inglés)
<http://www.fsis.usda.gov/oa/background/keyhaccp.Htm>

OMS / CODEX HACCP (en inglés)
http://www.who.int/foodsafety/fs_management/haccp/en/

EHEDG
<http://www.ehedg.org>

Páginas especiales en Internet útiles de diversos países

Alemania

Ley sobre peso neto: Fertigpackungsverordnung FPVO
http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/fertigpackv_1981/gesamt.pdf

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)
<http://www.ptb.de>

Estados Unidos de América

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)
<http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>

Instituto Nacional de Normalización y Tecnología
<http://ts.nist.gov>

Agencia de alimentos y medicamentos de Estados Unidos (FDA)
<http://www.fda.gov>

Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO)
<http://www.fao.org/>

NSF Internacional
<http://www.nsf.org>

Reino Unido

Estándares británicos: PAS 96
<http://www.bsigroup.com/en/Search-Results/?q=pas+96>

Países Bajos

NMI Group: instituto de certificación y pruebas internacional e independiente
<http://nmi.nl/>

VERISPECT:
<http://www.verispect.nl/>

Rusia

Agencia federal para la regulación técnica y la metrología
<http://www.gost.ru>

China

Administración general para la cuarentena, inspección y supervisión de la calidad de la República Popular China
<http://www.aqsiq.gov.cn>

Instituto nacional de metrología de la República Popular China
<http://www.nim.ac.cn/>

Taiwán

Comprobación del contenido neto de alimentos envasados
http://www.cnsonline.com.tw/search/search_preview.jsp?general_no=1292400

Oficina de estándares, metrología e inspección
<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=11989&ctNode=1997&mp=1>