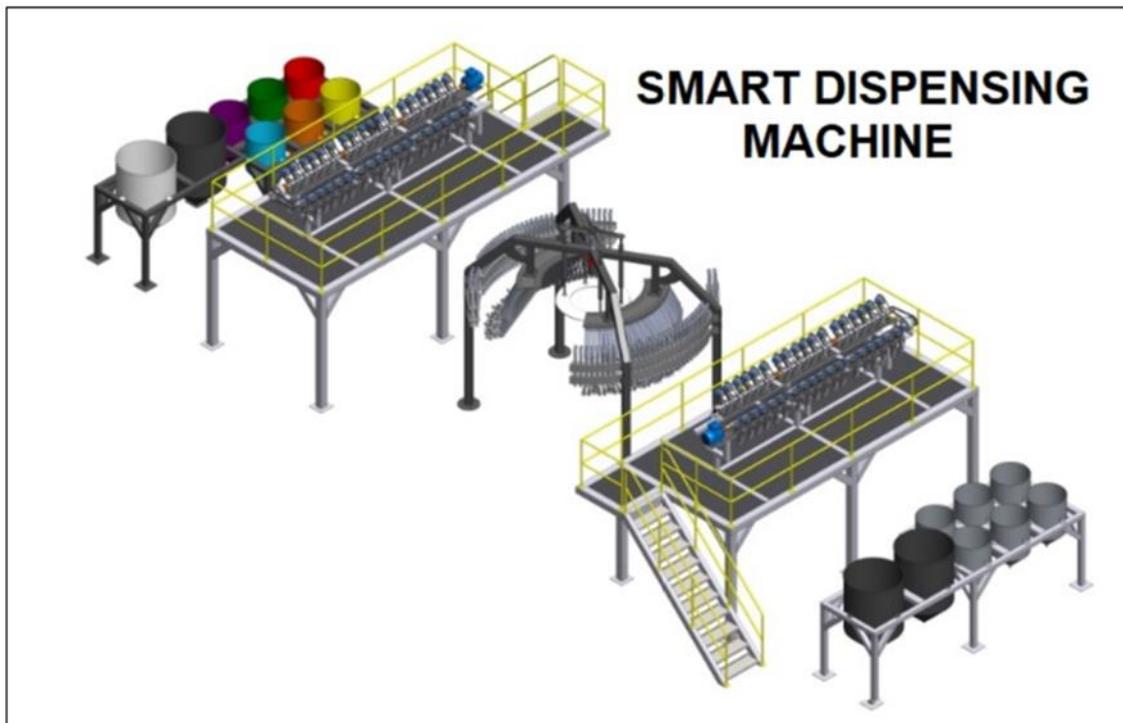




**SMART DISPENSING MACHINE RMA – Acelerando la fabricación con inteligencia y precisión de dosificación. Hacia la "Industria 4.0" en el mundo de la pintura.**



A través de su fundador, RMA TECH, con décadas de experiencia y patentes en procesos de fabricación de pintura, conscientes de los desafíos que enfrenta el segmento de pintura, decidió explorar nuevos paradigmas para este sector, mediante la creación de tecnología de punta que permita saltos evolutivos en este sector, siguiendo los otros segmentos industriales que se encuentran en etapas más avanzadas, como los sectores de petróleo, petroquímico, papel y

celulosa, farmacéutico, automóvil, entre otros, donde la Industria 4.0 ya tiene las bases necesarias para establecer

Por otro lado, la industria de la pintura, tanto a nivel nacional como internacional, en prácticamente todos sus procesos de fabricación, ha demostrado una gran brecha tecnológica.

Comúnmente, las "automatizaciones", que se traducen en mecanizaciones aisladas de procesos industriales, se llevan a cabo en una u otra operación unitaria, motivadas básicamente por un mejor equilibrio de la línea de producción.

Sin embargo, estas mecanizaciones evolutivas, comúnmente llamadas "automatizaciones", aportan poco en términos de ganancias efectivas para el negocio, ya que no alteran la dinámica de producción en términos de su flujo, integrando las diversas etapas de los procesos, hasta que alcanzamos un producto final. con bajo **“lead time”**, variabilidad mínima y costo mínimo, que, por ejemplo, la industria automotriz ha estado practicando durante décadas.

Es fácil observar grandes existencias tanto en términos de materias primas como de productos terminados en fábricas de pinturas, lo que corrobora la tesis de la baja productividad de fabricación de este segmento.

A lo largo de las décadas hemos escuchado varias tesis y explicaciones sobre esto, sin embargo, la verdadera explicación es que los procesos de fabricación de pintura, en la gran mayoría, no son capaces, lo que implica que una "estrategia basada en stock" es la salvaguarda adecuado para gestionar la falta de capacidad, precisión, estabilidad y productividad de los procesos.

Las grandes existencias, en el análisis final, demuestran solo la fragilidad y la baja capacidad de los procesos de fabricación, frente a la demanda del mercado, un paradigma ya superado por varios segmentos industriales, a través de procesos altamente robustos, flexibles y lean, donde las existencias se tratan como herejía.

En estos segmentos, la “automatización industrial”, que es el resultado de la suma de “automatización” más “integración” e “inteligencia”, hizo posibles

saltos reales en competitividad a través de estrategias avanzadas para controlar sus procesos, 100% integrados.

Los procesos "inteligentes", integrados y capaces, conducen a soluciones óptimas donde la ganancia comercial se maximiza.

Ha llegado el momento en que las industrias de la pintura, obligadas por una competencia feroz, bajos márgenes de beneficio, altos costos de producción, altos inventarios, como resultado de una baja productividad, etc., cambian el paradigma de fabricación, utilizando recursos tecnológicos de vanguardia para ganar productividad y competitividad en el escenario internacional.

En este sentido, RMA centró toda su experiencia buscando hacer posible la "automatización inteligente" de las industrias de la pintura, donde, entre otros, el concepto de SMART DISPENSING MACHINE INDUSTRIAL RMA y su consiguiente patente internacional bajo el código (PCT / BR2020 / 050084).

#### **RESUMEN DE LAS INNOVACIONES DE ESTA IDEA:**

- Sistema de dosificación volumétrica de alta productividad, con precisión y reproducibilidad de gravimétricos similares;
- Sistema 100% automatizado para la calibración de bombas dosificadoras, que puede realizarse fuera de las horas de producción, de manera preprogramada y sin la presencia de operadores;
- Sistema de accionamiento para el conjunto de bombas dosificadoras, a través de un eje motor y un motor único, controlando todas las bombas simultáneamente y reduciendo el costo de la implantación;
- • Sistema de acabado de dosificación (corte) de alta precisión, emulando sistemas de corte proporcional, utilizando recursos de Inteligencia Artificial (*learning machine*);
- Uso del "Sistema de visión" con procesamiento digital de imágenes para operaciones de enclavamiento y filmación;

- Compensación automática de temperatura, individual para cada componente de dosificación, con el objetivo de eliminar errores relacionados con la expansión volumétrica del material;
- Posibilidad de dosificar hasta 100 componentes (transparentes, bases, colorantes, solventes, aditivos, etc.), sirviendo varias líneas de productos;
- Integración completa con sistemas corporativos, ERP y bases de datos, lo que permite la implementación del concepto INDUSTRIA 4.0;
- Sinergia total con el concepto **[RMA LOW COST PAINT CONTINUOUS]**
- Sinergia total con la base TRANSMICELL y el analizador / calificador de color.

## **PRESENTACIÓN DE IDEA**

La SMART DISPENSING MACHINE, concebida y patentada por RMA, combina por sí sola la velocidad de dosificación de DISPENSING MACHINES INDUSTRIALES VOLUMÉTRICAS, pero con la precisión y reproducibilidad de DISPENSING MACHINES INDUSTRIAL GRAVIMÉTRICA, que generalmente citamos como "lo mejor de ambos mundos" ...

Para una mejor comprensión, con respecto a la filosofía de dosificación ofrecida por los principales fabricantes de MÁQUINAS DE DISPENSACIÓN y los pros y los contras de cada filosofía, tenemos que hacer las siguientes consideraciones:

Las máquinas dispensadoras industriales con DOSIFICACIÓN GRAVIMÉTRICA, se caracterizan por la gran precisión en sus dosificaciones que se realizan a través de balanzas electrónicas con celdas de carga de alta precisión.

En este tipo de equipo, cada componente se dosifica individualmente (uno a la vez), lo que hace que el proceso sea generalmente muy lento, lo que proporciona una baja productividad.

Las máquinas dispensadoras industriales con tecnología de DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA, por otro lado, tienen una mayor productividad, teniendo en cuenta que la dosificación de todos los componentes de la formulación se realiza simultáneamente.

Sin embargo, estos equipos no tienen una confiabilidad tan alta como los sistemas gravimétricos en relación con la precisión de la dosificación, debido a problemas relacionados con el proceso de dosificación volumétrica en sí, que se realiza a través de bombas de dosificación, donde se supone que cierto número de las vueltas corresponden a un volumen medido determinado.

Estas bombas, debido a las holguras internas que se generan progresivamente, con el tiempo se desgastan y cambian la cantidad de material desplazado para cada rotación, que es la base para calcular la dosis de estas máquinas.

Esto significa que, con el tiempo, una bomba que dosifica, por ejemplo, 3.00 ml por cada rotación, después de un cierto tiempo, comienza a medir, por ejemplo, 2.87 ml, debido a su desgaste natural.

Además de las variaciones producidas por las holguras internas, otras variables afectan directamente la precisión de la dosificación, tales como: variaciones en la viscosidad, densidad, temperatura de los componentes, presión en las líneas, temperatura ambiente, entre otras.

Estas variables por sí solas cambian significativamente la precisión de la dosificación, limitando el uso de este tipo de equipo.

Para minimizar estos factores, las máquinas con tecnología VOLUMÉTRICA suelen incorporar una rutina de calibración donde estos errores de dosificación pueden compensarse mediante una rutina específica.

En esta rutina de calibración, el sistema computarizado de la máquina dosifica en una escala, una cantidad predeterminada de un componente y, por lo tanto, mide el error entre lo que se supone que debe dosificarse y lo que realmente se dosificó.

De esta manera, el sistema calcula un "factor de corrección" que cambiará el parámetro que enumera 1 ROTACIÓN = X gramos dosificados (o mililitros).

Sin embargo, este proceso es relativamente lento y laborioso, y tiene que llevarse a cabo de manera relativamente frecuente e individual para cada componente, convirtiéndose en un problema importante, especialmente cuando estas máquinas están diseñadas para dosificar docenas de componentes, debido al enorme tiempo empleado en este tipo de componentes. operación y las dificultades vinculadas a este proceso.

Por lo tanto, debido a la "presión para la producción", es muy habitual que los operadores responsables de este procedimiento terminen relajándose en estas rutinas y, en consecuencia, los productos producidos a través de estas máquinas,

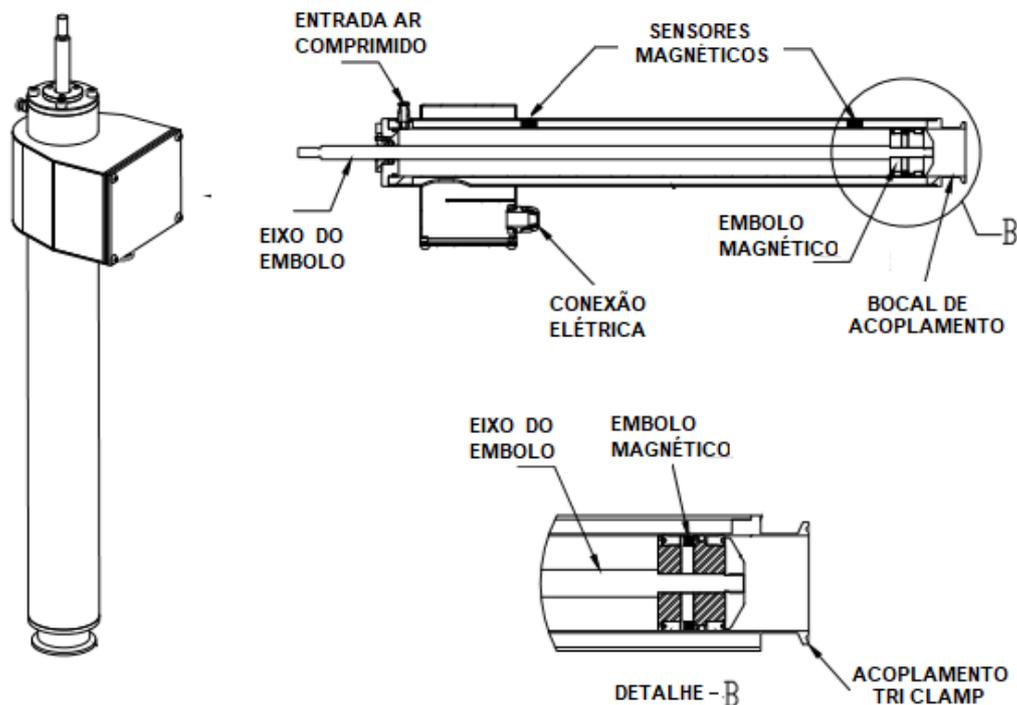
incluso si sus componentes han sido preajustados, terminan teniendo sus Características "deterioradas" con el tiempo debido a la falta de calibración, causando grandes problemas de calidad para los fabricantes de pinturas que usan máquinas dispensadoras industriales con esta filosofía.

Buscando superar las deficiencias individuales de cada filosofía de máquinas dispensadoras industriales disponibles en el mercado, RMA idealizó y patentó un nuevo concepto de equipo que, a través de soluciones innovadoras, incorpora un nuevo y sofisticado sistema de calibración "en línea" (cerrado) y 100 % Automatizado para cada bomba dosificadora en el sistema, que realiza esta operación de forma extremadamente rápida y precisa, a través de **"in-line provers"**.

Este sistema incluso permite que la calibración completa de la máquina (todas las bombas dosificadoras) ocurra en períodos cuando la máquina está inactiva (período entre turnos, etc.), extremadamente rápida y sin la presencia de operadores, incorporando conceptos de inteligencia. artificial para este procedimiento, siempre que la frecuencia de calibración se pueda realizar diariamente.

Este sistema incluso permite la calibración completa de la máquina (todas las bombas dosificadoras) durante los períodos en que la máquina está inactiva (período entre turnos, etc.), extremadamente rápida y sin la presencia de operadores, incorporando conceptos de inteligencia. artificial para este procedimiento, siempre que la frecuencia de calibración pueda realizarse diariamente.

## CALIBRADOR AUTOMÁTICO "IN LINE PROVER"



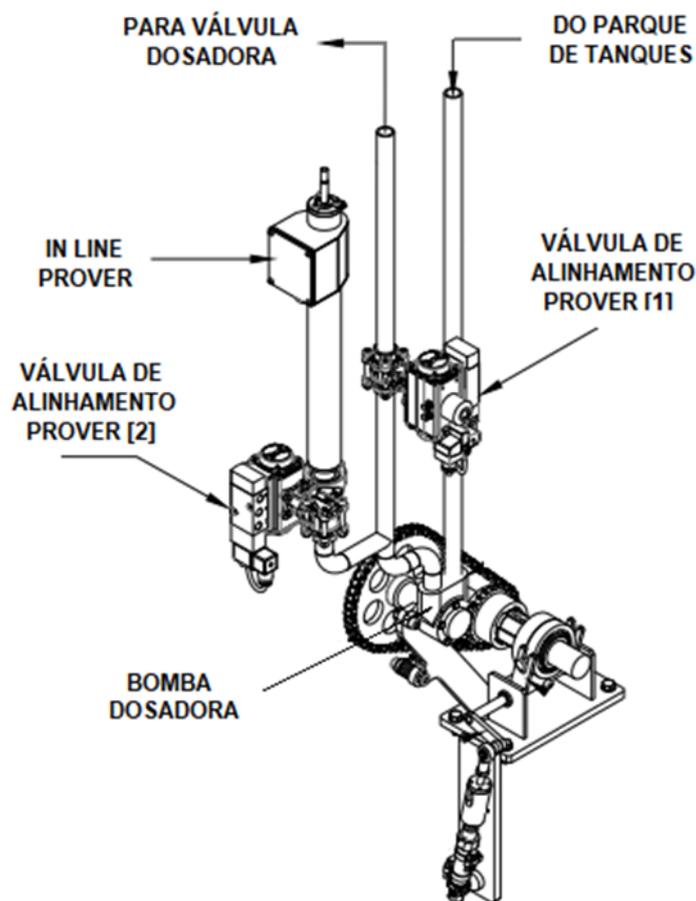
### CONCEPTO DE CALIBRADORES AUTOMÁTICOS (In Line Provers)

El "in line prover" se instala individualmente para cada bomba dosificadora, lo que permite que la calibración individual o conjunta de varias bombas dosificadoras se realice simultáneamente, acortando el período necesario para llevar a cabo una calibración de todo el sistema de dosificación de la DISPENSING MACHINE.

El proceso de calibración almacena los datos históricos individuales de cada bomba dosificadora, lo que permite que el área de mantenimiento obtenga un análisis predictivo de la vida útil de cada bomba, lo que facilita la rutina de planificación del mantenimiento del equipo.

Los "in line prover" son 100% fabricados en acero inoxidable, con sellos resistentes a cualquier tipo de solvente orgánico o mezclas acuosas, que se instalan fácilmente en los módulos de la bomba dosificadora a través de conexiones del tipo Tri Clamp, lo que facilita su Montaje y desmontaje cuando sea necesario.

# SISTEMA DE CALIBRAÇÃO "IN LINE"



Toda la gestión del proceso de calibración automática se realiza mediante el PLC de control DISPENSING MACHINE, lo que garantiza la seguridad total en las operaciones.

Durante el proceso de calibración de una bomba dosificadora, primero se bloquea la "Válvula de alineación [1]" y se abre la "Válvula de alineación [2]" de manera simultánea y automática, dirigiendo el flujo de la bomba dosificadora hacia el interior de la "En línea proporcionar".

Tan pronto como el PLC recibe la confirmación del posicionamiento de las válvulas, la bomba dosificadora a calibrar se dirige al eje impulsor a través del acoplador neumático y el proceso de calibración está listo para ejecutarse.

En este proceso, el PLC de control monitoreará simultáneamente el codificador del eje impulsor, la presión de descarga de la bomba dosificadora y los sensores magnéticos del "in line prover".

El proceso de calibración comienza con la activación de la bomba dosificadora a una velocidad predefinida (RPM).

Con la activación de la bomba, el émbolo magnético del “In Line Prover” comienza a moverse verticalmente cuando el primer sensor magnético (parte inferior) detecta su movimiento.

En ese momento exacto, el PLC comienza a contar, a través del codificador, el número de vueltas realizadas por el eje de accionamiento y, en consecuencia, la bomba dosificadora, hasta que el pistón magnético activa el segundo sensor magnético (superior).

Un temporizador auxiliar en el PLC también monitorea el tiempo transcurrido durante la trayectoria del pistón magnético entre los dos sensores.

Tan pronto como se activa el segundo sensor magnético, todo el proceso se interrumpe.

Es importante tener en cuenta que para una mayor precisión en las condiciones de calibración de las bombas, de acuerdo con las condiciones del proceso, se suministra aire comprimido a una cierta presión en el lado opuesto del pistón magnético "en línea", simulando la condición del proceso.

Tan pronto como se interrumpe el proceso, inmediatamente se abre la Válvula de Alineamiento Prover [1] y la presión del aire comprimido en el lado opuesto del pistón magnético lo mueve para expulsar el contenido del “In Line Prover”, cuando la Válvula Alineador Prover [2] se bloquea.

Después de este proceso extremadamente rápido (del orden de 1 a 2 minutos), el PLC tiene dos datos básicos que fueron capturados durante el proceso de calibración, el primero y más importante es el número de vueltas realizadas por la bomba dosificadora en el proceso de calibración. y el tiempo dedicado a ese evento.

Como el “In Line Prover” es básicamente un tubo cilíndrico cuyo diámetro interno se conoce con precisión y los dos sensores todavía están a una distancia "L", el volumen de material que el pistón desplazó durante el procedimiento es obtenido por la siguiente fórmula:

$$V_p = \pi \times R^2 \times L$$

**Dónde:**

**V<sub>p</sub> = Volumen interno de “in line prover” (cm<sup>3</sup>)**

**R** = Radio interno del tubo "in line prover" (cm<sup>3</sup>)

**L** = Distancia entre los dos sensores magnéticos de "in line prover" (cm<sup>3</sup>)

Con el volumen interno del "in line prover" y el número de vueltas realizadas por la bomba dosificadora para que el pistón siga su curso, es posible calcular fácilmente el volumen desplazado por revolución de la bomba dosificadora (Vd), utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Vd = Vp / Nr}$$

**Dónde:**

**Vd** = Volumen de producto desplazado por revolución (cm<sup>3</sup> / rotación)

**Vp** = Volumen interno de "en línea para proporcionar" (cm<sup>3</sup>)

**Nr** = Número de revoluciones realizadas por la bomba durante la calibración

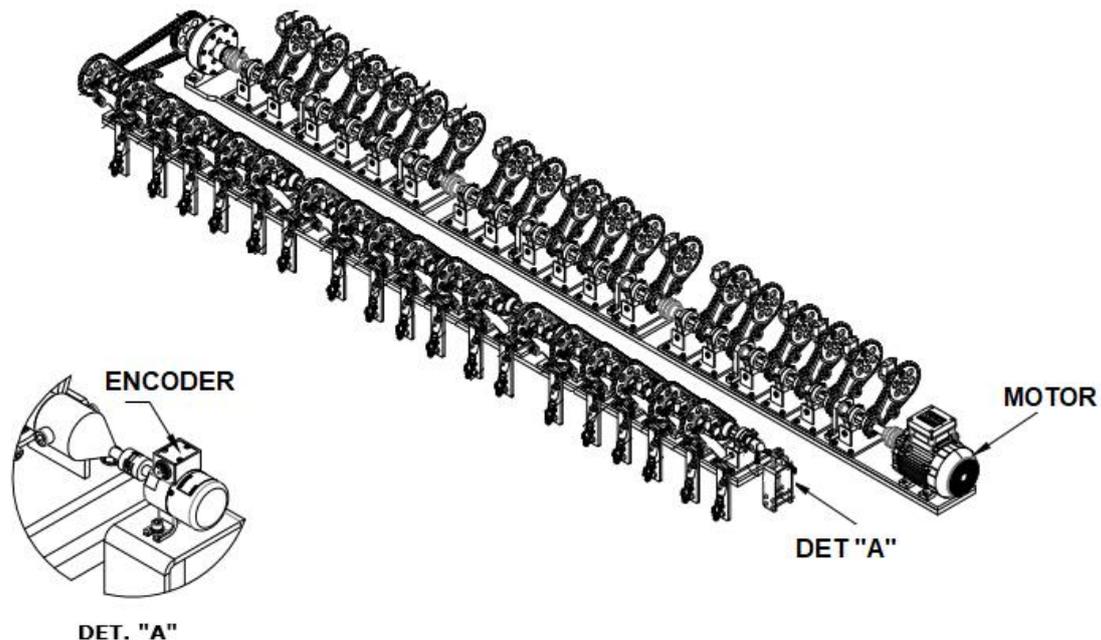
El valor encontrado para el Vd se actualiza en una tabla de correlación (Bomba dosificadora x Capacidad de bombeo) en el PLC, luego sirve como referencia para futuras dosis y también para el diagnóstico de desgaste para el área de mantenimiento.

Vale la pena señalar que el proceso de calibración se puede realizar de una sola manera para una bomba o simultáneamente para un conjunto específico de bombas.

## **ESTACION DE BOMBA DOSIFICADORA**

A diferencia de las otras máquinas dispensadoras industriales que se ofrecen en el mercado, la MÁQUINA DE DISPENSACIÓN INTELIGENTE de RMA tiene un diseño extremadamente revolucionario e innovador, que comparte un solo motor de accionamiento para todas las bombas dosificadoras utilizadas en el equipo, lo que hace que su implante sea extremadamente competitivo.

En este caso, un solo motor puede accionar simultáneamente hasta aproximadamente 40 bombas dosificadoras, para medir los componentes más diversos, ya que todas las bombas dosificadoras están dispuestas a lo largo de un solo eje de accionamiento, conectado a un motor eléctrico accionado a través de un inversor de frecuencia.

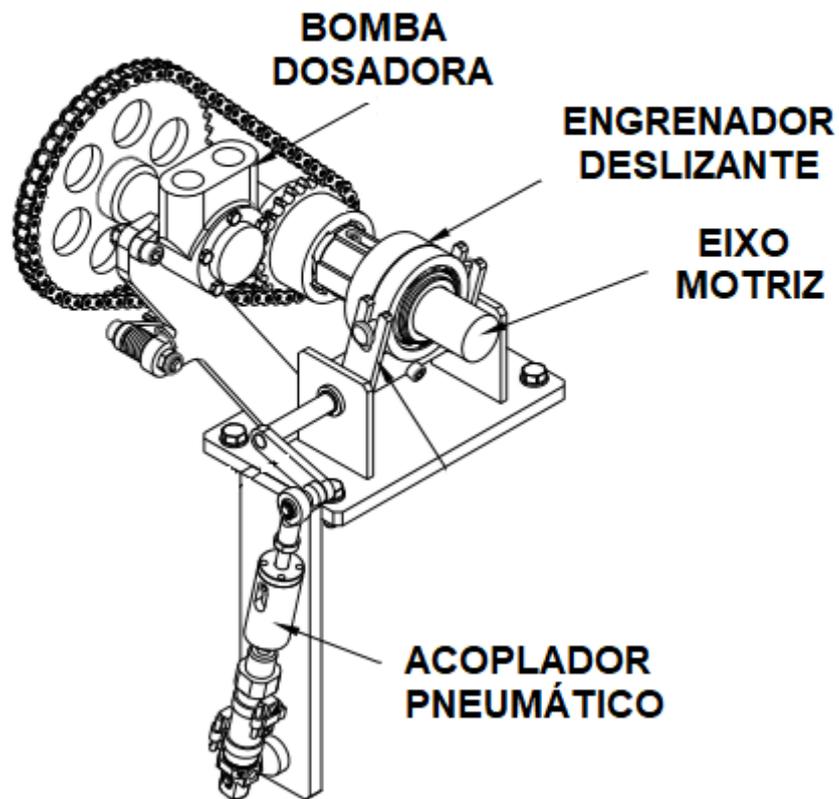


En el extremo opuesto del motor del eje de accionamiento, se instala un codificador con una resolución de 360 pulsos por rotación que monitorea la rotación de ese eje, proporcionando una dosificación volumétrica precisa para cada componente a dosificar.

Cada bomba dosificadora se acopla individualmente al eje a través de un mecanismo de engranaje operado neumáticamente, eliminando cualquier posibilidad de "deslizamiento" como se observa en los sistemas de embrague.

Por lo tanto, el sistema de accionamiento electrónico tiene un control total sobre qué bombas se van a poner en marcha y en qué situación, dependiendo de la fórmula del producto a dosificar.

## MECANISMO DE ACOPLAMIENTO DE BOMBAS DOSADORAS

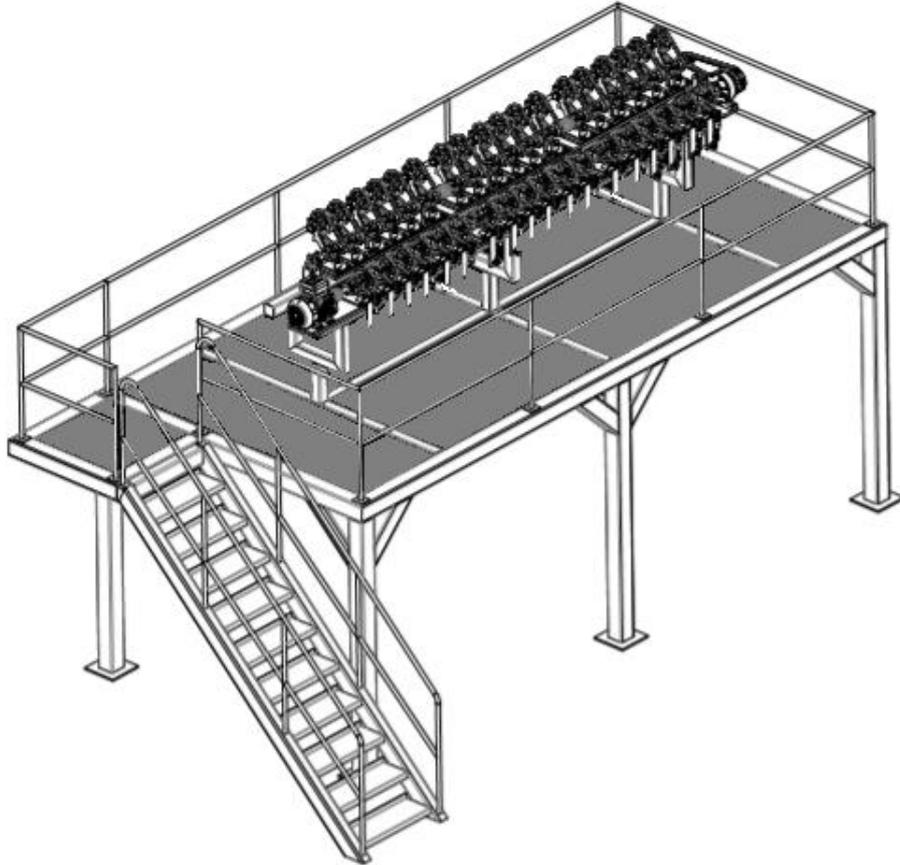


El sistema de sincronización de las bombas con el eje motriz se realiza mediante cadena, lo que permite un mantenimiento extremadamente rápido en caso de necesidad de reemplazar la bomba.

Las bombas dosificadoras, preferiblemente instaladas en la **SMART DISPENSING MACHINE RMA**, son del tipo **VIKING** con un sello mecánico, lo que garantiza una alta precisión de dosificación en los más diversos rangos de rotación y viscosidad.

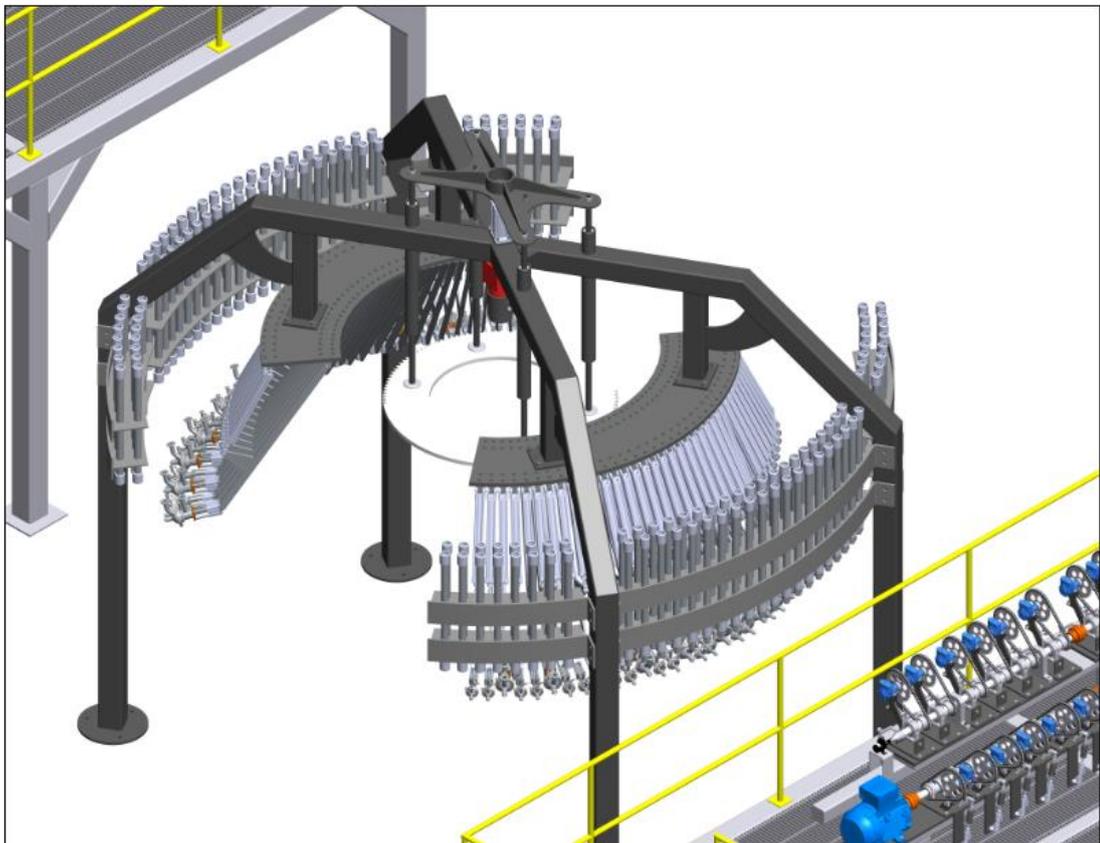
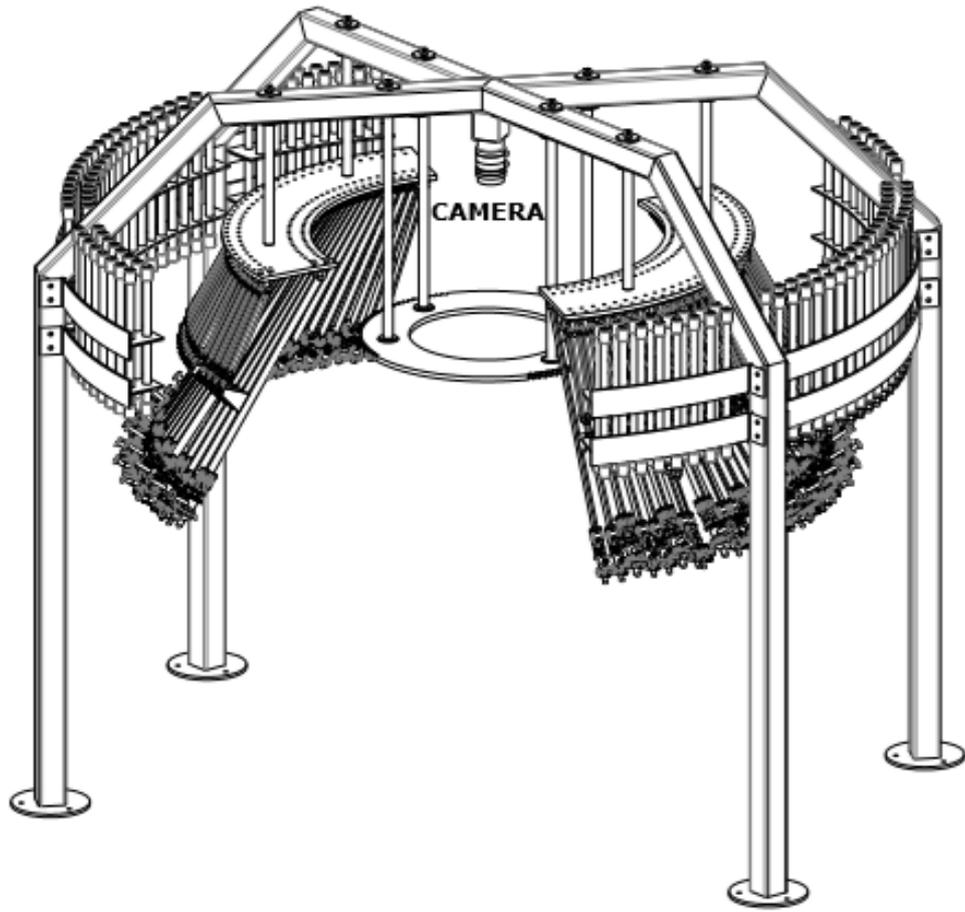
Cada conjunto de accionamiento (bombas dosificadoras dispuestas en un solo eje de accionamiento) está dispuesto en una plataforma elevada, lo que facilita su acceso para el mantenimiento y eventuales inspecciones por parte del equipo operativo.

## DOSING PUMP PLATAFORM



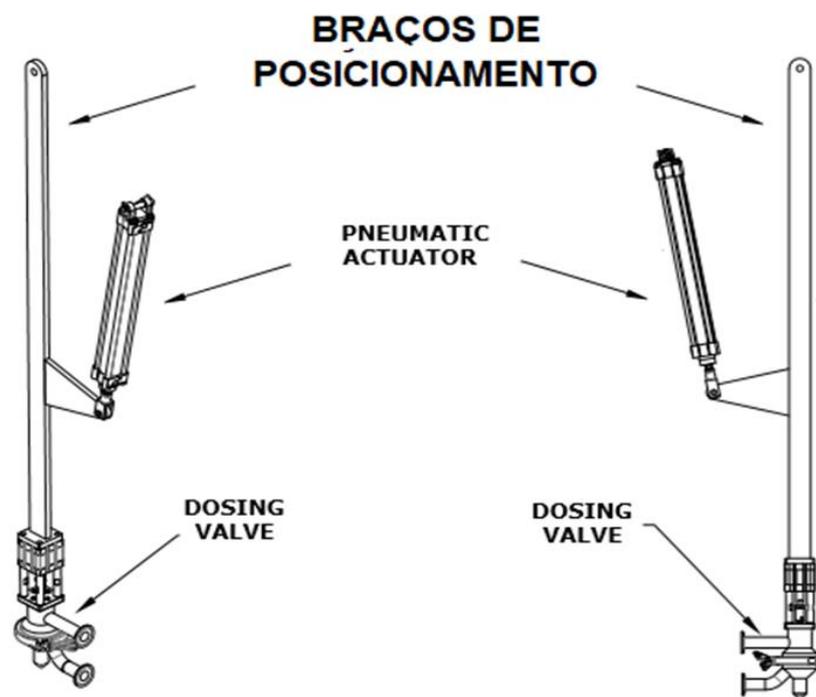
Completando el conjunto de equipos que conforman la SMART DISPENSING MACHINE RMA también tenemos la Unidad de dosificación volumétrica, donde una estructura metálica semicircular con varios brazos de dosificación articulados dispuestos a lo largo de la estructura.

El sistema de brazo articulado de la unidad de dosificación volumétrica permite la dosificación simultánea de hasta 12 componentes sin que las válvulas se toquen entre sí cuando viajan al recipiente que recibirá la dosis.

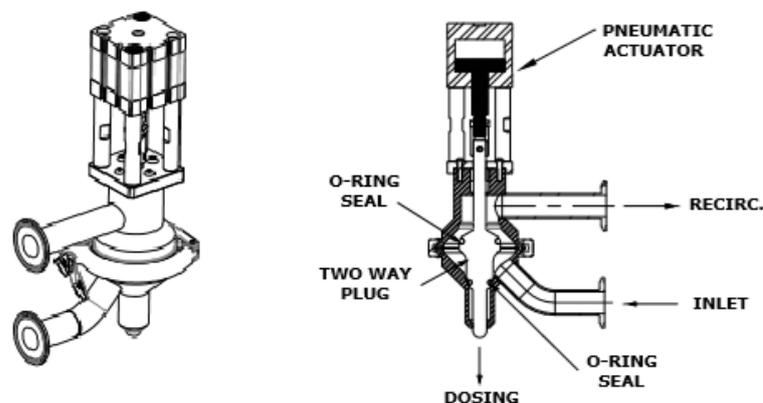


Cada brazo soporta una válvula de dosificación especialmente diseñada para cumplir con un cierto caudal de material a dosificar, teniendo en cuenta su densidad y viscosidad y minimizando la aparición de salpicaduras cuando están dosificando el material o goteando cuando están bloqueadas.

Estas válvulas, además de la dosificación directa en contenedores. Permiten que el material se recircule al tanque original, evitando así que la sedimentación de materiales ocurra en las líneas.



### DISPENSING MACHINE RMA VÁLVULA DOSADORA



Todos los sellos internos estáticos de las válvulas se fabrican en TEFLON y los sellos dinámicos en PERFLUORELASTÓMERO (Kalrez®), lo que garantiza un sello perfecto y una resistencia química total para cualquier tipo de solvente presente en las composiciones de los diversos materiales a dosificar.

Un único tapón de doble acción, interno a la válvula, tiene la función de dirigir el flujo del material a dosificar, ya sea a la boquilla de la válvula de dosificación o al modo de recirculación donde el material recircula al tanque original.

Un cilindro neumático de doble efecto, conectado al eje del obturador, es responsable de seleccionar el modo de funcionamiento de la válvula.

Las válvulas de dosificación se pueden suministrar en tres tamaños diferentes, adaptándose a las demandas de los componentes a dosificar, como la viscosidad, el caudal, la reología del material, etc.

Debido al diseño innovador de esta Dispensing Machine, no es necesario que las válvulas dosificadoras tengan dos o más etapas de corte, según lo observado por los principales fabricantes de este tipo de equipos.

El innovador sistema de control de dosificación hace que las válvulas dispensadoras de la máquina dispensadora RMA se comporten como válvulas dosificadoras de apertura variable (continua).

Esto es posible en vista del hecho de que la dosificación final del material a dosificar “cortada”, ocurre a velocidades bajas y decrecientes de las bombas dosificadoras, asegurando dosis extremadamente precisas como en las Máquinas dispensadoras gravimétricas, sin embargo con la productividad de las Máquinas dispensadoras volumétricas, debido a dosis simultáneas.

Toda esta versatilidad es el resultado de un conjunto de unidades de control, asociadas con algoritmos de dosificación y otras rutinas que se ejecutan simultáneamente en el PLC de control.

Para facilitar la comprensión, imagine que un determinado producto que se producirá a través de la Dispensing Machine RMA utiliza cinco componentes diferentes (A, B, C, D y E).

En este caso, la información preliminar que el PLC debe recibir para cargar los componentes en la Dispensing Machine es la fórmula del producto y el volumen a producir.

Hipotéticamente imagine que es necesario producir **100 litros** de un producto con la siguiente fórmula:

- A = 54,80%
- B = 28.95%
- C = 9.86%
- D = 5.48%
- E = 0,91%

En este caso, la primera rutina que ejecutaría el programa PLC sería transformar estos valores en volúmenes a dosificar. Como el tamaño del lote a dosificar (asignado al ejemplo) era de 100 litros, tendríamos:

- Dosificación del componente A = 54,80 litros
- Dosificación del componente B = 28.95 litros
- Componente de dosificación C = 9.86 litros
- Componente de dosificación D = 5.48 litros
- Componente de dosificación E = 0,91 litros

En un segundo paso, la rutina PLC buscaría la **Tabla de correlación** (Bomba dosificadora x Capacidad de bombeo) en su memoria, discutida previamente (por ejemplo):

- Bomba A = 32.0 ml / Revolución
- Bomba B = 28,2 ml / revolución
- Bomba C = 15,2 ml / revolución
- Bomba D = 13,2 ml / revolución
- Bomba E = 5.4 ml / Revolución

Con los volúmenes individuales de los componentes a dosificar más los valores en la Tabla de correlación (Bomba dosificadora x Capacidad de bombeo), el PLC calcularía el número de revoluciones que cada bomba dosificadora debería llevar a cabo, para la dosificación de cada componente:

- Número de revoluciones de la bomba A = 1712.50 revoluciones
- Número de revoluciones de la bomba B = 1026.60 revoluciones
- Num. Revoluciones Bomba C = 648.68 Revoluciones
- Num. Revoluciones Bomba D = 415.15 Revoluciones
- Número de revoluciones de la bomba E = 168.51 revoluciones

Con esta información a la vista, considerando que todas las bombas estarán orientadas al mismo eje de accionamiento, el PLC establecería el siguiente programa de dosificación simultánea, pero obedeciendo el siguiente orden de aceleración y desaceleración del eje de accionamiento, que hace que su motor sea accionado un convertidor de frecuencia:

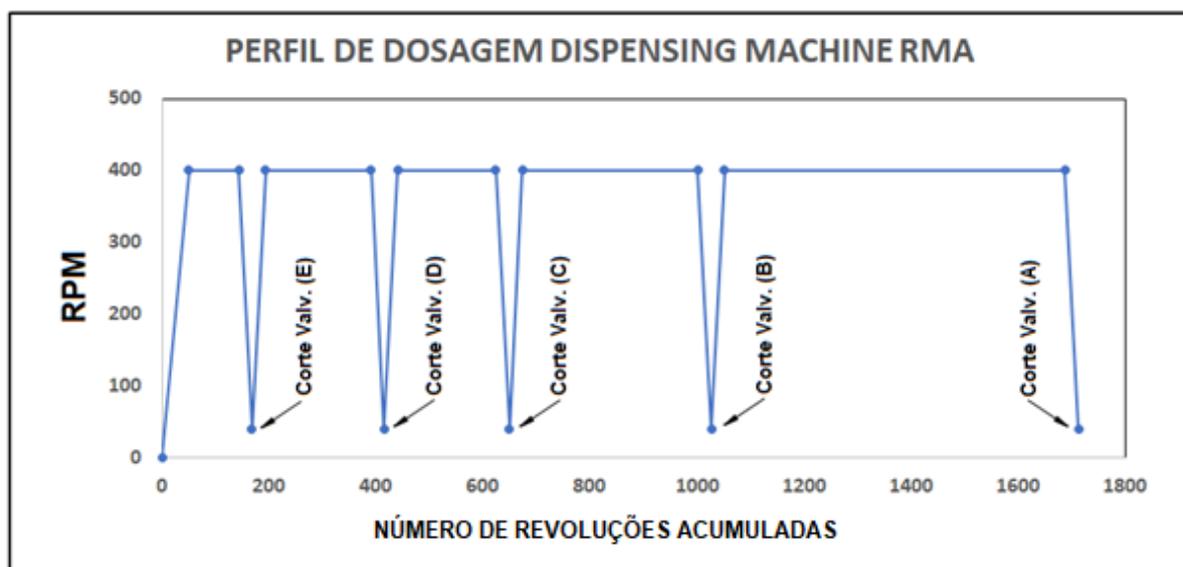
1. Active los brazos de dosificación A / B / C / D / E;
2. Acoplamiento del eje de accionamiento a las bombas A / B / C / D / E;
3. Arranque la bomba en modo de recirculación durante un período de 15 segundos y a una velocidad de 50 RPM en el eje motriz (presurización del sistema);
4. Abra simultáneamente todas las válvulas dosificadoras y comience a contar el número de revoluciones realizadas midiendo el codificador;
5. Acelere el eje motriz en un incremento de 120 RPM / segundo<sup>2</sup> hasta alcanzar la velocidad de 400 RPM;
6. Cuente el número de revoluciones realizadas y cuando falten 25 revoluciones para el final de la dosificación del primer componente (componente E = 168.51 revoluciones), comience la desaceleración a la misma velocidad (- 120 RPM / Segundo<sup>2</sup>) hasta alcanzar 40 RPM;

7. Con bajas RPM (40 RPM), espere hasta que se alcancen 168.51 revoluciones y cuando llegue, active la válvula dosificadora del componente E para el modo de "recirculación";
8. Acelere el eje motriz en un incremento de 120 RPM / segundo<sup>2</sup> hasta alcanzar la velocidad de 400 RPM;
9. Cuento el número de revoluciones realizadas y cuando falten 25 revoluciones para el final de la dosificación del segundo componente (componente D = 415.15 revoluciones), comience la desaceleración a la misma velocidad (- 120 RPM / Segundo<sup>2</sup>) hasta alcanzar 40 RPM;
10. Con bajas RPM (40 RPM), espere hasta alcanzar 415.15 revoluciones y cuando llegue, active la válvula dosificadora del componente D para el modo de "recirculación";
11. Acelere el eje motriz en un incremento de 120 RPM / segundo<sup>2</sup> hasta alcanzar la velocidad de 400 RPM;
12. Cuento el número de revoluciones realizadas y cuando falten 25 revoluciones para el final de la dosificación del tercer componente (componente C = 648.68 revoluciones), comience la desaceleración a la misma velocidad (- 120 RPM / Segundo<sup>2</sup>) hasta alcanzar 40 RPM;
13. Con bajas RPM (40 RPM), espere hasta alcanzar 648.68 revoluciones y cuando llegue, active la válvula dosificadora del componente C para el modo de "recirculación";
14. Acelere el eje motriz en un incremento de 120 RPM / segundo<sup>2</sup> hasta alcanzar la velocidad de 400 RPM;
15. Cuento el número de revoluciones realizadas y cuando falten 25 revoluciones para el final de la dosificación del cuarto componente (componente B = 1026.60 revoluciones), comience la desaceleración a la misma velocidad (- 120 RPM / Segundo<sup>2</sup>) hasta alcanzar 40 RPM;

16. Con bajas RPM (40 RPM), espere hasta alcanzar 1026.60 revoluciones y cuando llegue, active la válvula dosificadora del componente B al modo de "recirculación";
17. Acelere el eje motriz en un incremento de 120 RPM / segundo<sup>2</sup> hasta alcanzar la velocidad de 400 RPM;
18. Cuento el número de revoluciones realizadas y cuando falten 25 revoluciones para el final de la dosificación del quinto componente (componente A = 1712.50 revoluciones), comience la desaceleración a la misma velocidad (- 120 RPM / Segundo<sup>2</sup>) hasta alcanzar 40 RPM;
19. Con bajas RPM (40 RPM), espere hasta alcanzar 1,712.50 revoluciones y cuando llegue, active la válvula dosificadora del componente A para el modo de "recirculación";
20. Desconecte el motor de accionamiento del eje de accionamiento;
21. Desengrane las bombas dosificadoras A / B / C / D / E;
22. Recoja los brazos de dosificación A / B / C / D / E;
23. Reinicie un nuevo ciclo de dosificación.

**Nota:** Para el ejemplo anterior, consideramos la velocidad máxima establecida para el eje motriz a 400 RPM y la velocidad a la que el componente se "cortará" a 40 RPM (10% de la velocidad de dosificación nominal).

Como se describió anteriormente, esta estrategia de dosificación que ocurre simultáneamente, pero que permite que el corte fino ocurra de manera extremadamente suave y precisa a un caudal mínimo (aproximadamente el 10% del valor nominal), causa el error resultante del tiempo de reacción. del actuador neumático para la apertura o cierre de la válvula dosificadora, en relación con el caudal del componente que se está midiendo, termina siendo extremadamente bajo, haciendo que las válvulas dosificadoras, incluso de simple acción, se comporten como válvulas de acción proporcional, finalmente utilizado en máquinas dispensadoras gravimétricas de alta precisión.



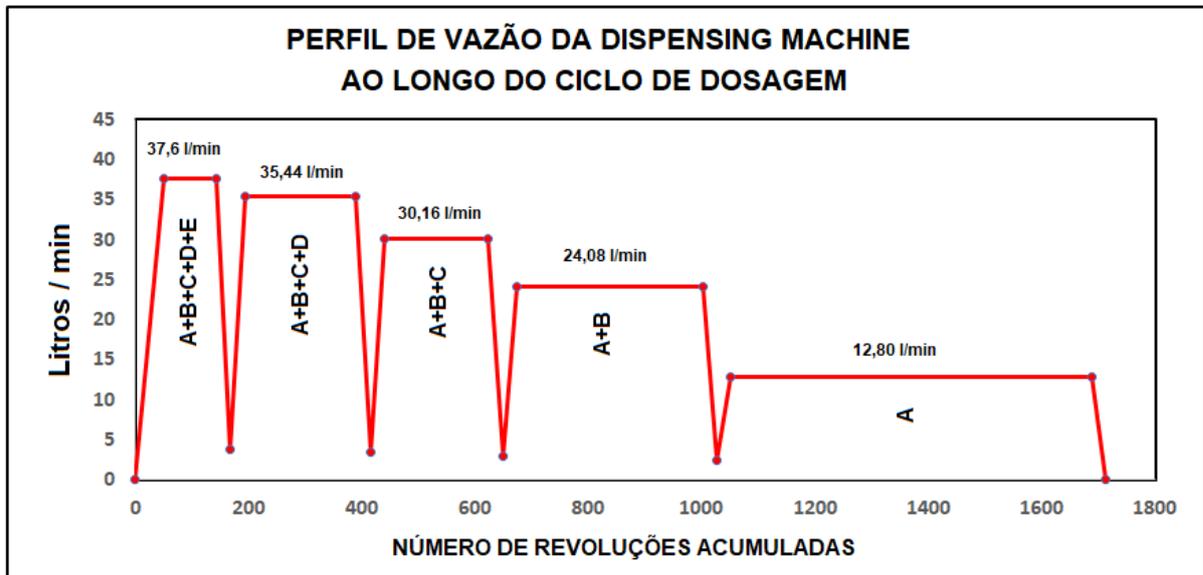
**Nota:** El gráfico anterior muestra el perfil de RPM desarrollado por el eje motriz a lo largo del proceso de dosificación.

En este caso, el eje motriz pasó la mayor parte del tiempo operando a 400 RPM, solo desacelerando cuando era necesario reducir la dosis de uno de los componentes a baja velocidad, aumentando así la precisión de corte.

Tan pronto como se ha efectuado el corte, el eje motriz vuelve a acelerarse para recuperar el flujo de carga hasta que alcanza el punto de corte, del siguiente componente para cerrar la dosis.

Esto hace que el sistema logre una alta precisión de dosificación, debido a los cortes que ocurren a baja velocidad de las bombas dosificadoras.

Paralelamente a la ganancia de productividad obtenida a través de la dosificación simultánea, el flujo de carga máxima siempre se persigue durante las etapas en que el proceso está en régimen estacionario.



**Nota:** El gráfico anterior muestra el perfil del flujo total de carga del contenedor donde se dosifican los diversos componentes durante todo el ciclo de dosificación.

Se puede ver que a medida que pasa el tiempo, y con el final de las dosificaciones de los componentes, el flujo de carga disminuye gradualmente hasta que cesa por completo con el final de la dosificación del último componente.

En esta situación hipotética, la carga total de material del lote respectivo se llevó a cabo en aproximadamente 4 minutos.

Para estimar el error de dosificación asociado con el sistema, básicamente tenemos en cuenta dos factores, el primero está relacionado con la variabilidad probable entre el tiempo de apertura y / o cierre de una válvula dosificadora (estimado en  $\pm 100$  milisegundos), resultante de la "exploración" de la PLC más los retrasos mecánicos y neumáticos de los actuadores de válvula.

El segundo factor que debe tenerse en cuenta es el flujo del componente de dosificación en proceso, en el momento en que se debe abrir o cerrar la válvula.

Como se explicó anteriormente, para el comienzo y el final de la dosificación de cada componente, el sistema de control RMA DE LA MÁQUINA DE DISPENSACIÓN reduce deliberadamente el flujo de bombeo a aproximadamente el 10% del flujo nominal, reduciendo así el error en aproximadamente 10 X potencial asociado con este tipo de evento.

Basado específicamente en las premisas presentadas anteriormente, la fórmula simplificada que mide el **error teórico asociado para la dosificación** de un componente, se puede expresar por:

$$\text{Erro Máximo (\%)} = \frac{Qb}{4,5 \times Vd}$$

**Dónde:**

**Qb** = Flujo nominal de la bomba dosificadora a plena capacidad (litros / min)

**Vd** = Volumen a medir (litros)

**Obs. (1):** Vale la pena señalar que la fórmula anterior ya considera los posibles errores resultantes de los procesos de dosificación asociados con los dos eventos relacionados con la apertura y el cierre de una válvula de medición respectiva para un componente dado.

**Obs. (2):** Los recursos informáticos de la **“learning machine”** (Inteligencia Artificial), incorporados en el software de control, durante los procesos de calibración y dosificación, monitorean los tiempos de apertura y cierre de las válvulas de dosificación. Esta información proporciona parámetros para ajustes predictivos para que el sistema de control, a través de la rutina de la **“learning machine”**, incorpore continuamente factores de corrección en el cálculo del volumen a dosificar en cada válvula, reduciendo significativamente el **“error teórico asociado con la dosificación”**. descrito en la fórmula presentada anteriormente.

## COMPENSACIÓN DE TEMPERATURA

Para aumentar aún más la precisión de dosificación, en el caso de SMART DISPENSING MACHINE RMA, se agregó un dosificador volumétrico, compensación automática de temperatura al concepto de máquina, individualmente para cada componente a dosificar.

Para este fin, el software de control y supervisión tiene la capacidad de ingresar datos relacionados con las densidades y los coeficientes de expansión de cada material a dosificar, haciendo una compensación automática de la carga de material a dosificar para cada bomba de dosificación dependiendo de la temperatura que cada material se encuentra al momento de la dosificación.

Los sensores de temperatura PT-100 incorporados en las líneas de recirculación tienen la función de medir con precisión la temperatura de cada material, informando al PLC la temperatura de funcionamiento en el momento de la dosificación.

Con la información de temperatura asociada con la densidad del material a 25 ° C y también los datos relacionados con el coeficiente de expansión lineal del material, el PLC calculará la corrección de volumen respectiva para cada componente que se dosificará en cada fórmula, reduciendo así significativamente el error asociado con esta variable.

## **SISTEMA DE VISIÓN (Procesamiento de imagen digital)**

La SMART DISPENSING MACHINE RMA tiene un control de monitoreo de dosificación comandado por un sistema de visión.

Este sistema de monitoreo de dosificación funciona a partir del procesamiento de imágenes digitales (Vision System), lo que permite una simplificación interesante en la instalación del equipo, ya que reduce significativamente la cantidad de sensores necesarios para los diversos mecanismos de dosificación, como los brazos de posicionamiento monitoreo de vástagos de válvulas, etc.

El sistema de visión consiste básicamente en una cámara digital de alta resolución, instalada en la parte superior de la estructura de la DISPENSING MACHINE RMA, y que tiene la función de observar y entrelazar la acción de todos los dispositivos de dosificación asociados con los componentes a dosificar.

El monitoreo también permite identificar y filmar todo el proceso de carga para cada lote de material producido en SMART DISPENSING MACHINE RMA, obteniendo así un historial rastreado de lo que sucedió en cada lote producido, desde el punto de vista de las imágenes (película) .

El software Vision System puede identificar el movimiento individual de cada brazo de medición hasta su posición de medición y también el rendimiento de cada válvula de medición utilizada.

## **SISTEMA DE CONTROL / SUPERVISIÓN Y MONITOREO**

La SMART DISPENSING MACHINE RMA tiene su sistema de control completo basado en un PLC de los fabricantes más reconocidos del mercado, utilizando el **software de supervisión ELIPSE E3** para supervisar el proceso e integrarse con otros sistemas, comunicándose directamente con las bases de datos del sistema. ERP de fabricantes de tintas, tanto para carga automática de fórmulas, controles de inventario, generación de informes de producción, entre otros.

Por lo tanto, creemos que la SMART DISPENSING MACHINE RMA se traduce en el nuevo paradigma en sistemas de dosificación industrial para fabricantes de pintura, incorporando el concepto de dosificación más avanzado, buscando garantizar una precisión extrema, alta productividad, bajo costo de implantación y conectividad de piso. fábrica con los diversos sistemas corporativos, que reúne las características básicas para la materialización de INDUSTRIA 4.0 para el sector de la pintura.

## **CALIDAD DE ENTRADAS PARA LA MÁQUINA DE DISPENSACIÓN INTELIGENTE**

Hemos observado que los principales fabricantes de pinturas han estado invirtiendo fuertemente en sistemas basados en SMART DISPENSING MACHINE RMA, olvidando, sin embargo, que la calidad de los insumos es fundamental para que este equipo pueda demostrar una ganancia real de productividad.

**Después de todo, ¿de qué sirve ganar un 20 o 30% de velocidad en el "ensamblaje" de una tinta en una máquina dispensadora industrial, si este paso del proceso (dosificación) corresponde solo a aproximadamente el 10% del tiempo de ciclo total "tiempo de entrega" del proceso?**

**En ese caso, las ganancias serían pequeñas y el retorno de la inversión muy poco atractivo ...**

El **paradigma de los pasos de "ajustes y controles"** en las industrias de pintura, que consumen el 70% del tiempo de producción, son en realidad el gran ancla que ha mantenido este tipo de industria paralizada en términos de tecnología de procesos durante siglos. , en comparación con otros segmentos industriales.

Para que podamos movernos, con saltos reales en la productividad y para beneficiarnos de sistemas sofisticados, altamente productivos y precisos, es esencial que todos los insumos que alimentan a las máquinas dispensadoras industriales estén precalificados para que, después de una dosis **simple de estos componentes**, cuando simplemente mezclado, conduce a productos perfectos y sin la necesidad de más ajustes, reduciendo así el tiempo de fabricación de un producto en un 50% o más ...

Con este fin, para apoyar este concepto y maximizar las ganancias máximas de este concepto, RMA TECNOLOGIA INDUSTRIAL idealizó el equipo llamado **TRANSMICELL**, lo que lleva a la calificación previa de Bases, Colorantes, Tintings, etc., asegurando que el potencial de la SMART DISPENSING MACHINE, objeto de esta propuesta, puede lograr la integridad de sus objetivos, permitiendo así el tan soñado modelo INDUSTRIA 4.0 para el segmento de pintura.

La idea presentada adicionalmente en esta edición de PAINT DE FUTURE 2020, con el nombre [**TRANSMICELL - El eslabón perdido para que Paint Industries implemente el modelo Industry 4.0**], luego complementa la idea presentada en ese panel en el título [**SMART DISPENSING MACHINE: acelerar la fabricación con inteligencia y precisión de dosificación. Hacia la "Industria 4.0" en el mundo de la pintura**], lo que permite ganancias reales y sostenibles en productividad y calidad para los fabricantes de pintura, bajo un nuevo paradigma tecnológico.

***ROGÉRIO AUAD***

RMA TECNOLOGIA INDUSTRIAL LTDA.

+55 (51) 98124-5523