

## Automatización de un Sistema para el Control de Desmoldante

Josue Alberto Valadez Richarte<sup>1</sup>, Dr. Luis Carlos Méndez González<sup>2</sup>,  
Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón<sup>3</sup> y MC. Abel Eduardo Quezada Carreón<sup>4</sup>

**Resumen**— En este artículo se presenta la automatización de un sistema para controlar el consumo de un desmoldante que se requiere para la extracción de maniqués en el proceso de inyección por resina. Para lograr este objetivo se emplearon las técnicas de ingeniería mecatrónica, programación de PLC, electroneumática y circuitos eléctricos. Los resultados obtenidos fueron que el desmoldante se surtiera de manera automática evitando el desperdicio de material y los defectos que pueden ocasionar por una mala aplicación.

**Palabras clave**— PLC, válvula solenoide, electroneumática, DMAIC y desmoldante.

### Introducción

En una empresa dedicada a la elaboración de maniqués por medio de inyección de resina se utiliza un desmoldante para su fácil extracción. El proceso de aplicación de desmoldante es manual e implica una falta de control del suministro, lo que genera exceso o falta de este material en el molde y produce defectos de calidad como porosidad o rupturas en las piezas que terminan como scrap y una pérdida considerable para la empresa. Por tal motivo se decidió investigar sobre la automatización de un proceso por medio de un PLC, la electrónica y la neumática y se tenía que seguir algún procedimiento para desarrollar el proyecto, por lo que se usó la metodología DMAIC, se recabó la información necesaria para desarrollar el proyecto para así tener las bases de lo que se desea hacer y cómo se debe hacer, la metodología DMAIC sirve para estructurar el proyecto de manera organizada, encontrando la causa raíz del problema, se mide la magnitud del problema, después se comienza con el análisis para determinar las especificaciones de lo que se desea hacer, posteriormente sigue la implementación de la mejora y al final solamente se controla que el proyecto siga funcionando, otra herramienta utilizada para el desarrollo de este proyecto relacionada al DMAIC es el ciclo de Deming, la cual consta de 4 etapas, planear, hacer, verificar y actuar. La primera etapa está relacionada a definir el problema analizando las causas raíz, en la segunda etapa se realiza la solución planteada al problema, en la tercera etapa se verifica que los resultados sean los adecuados y finalmente llega la etapa de actuar, en donde se verifica el aprendizaje obtenido para nuevamente iniciar la etapa uno como parte de una mejora continua, ambas herramientas permiten el desarrollo del proyecto de manera estructurada y organizada. La propuesta de solución una vez analizado el problema es automatizar el sistema de inyección de desmoldante para controlar su uso, esto permitirá la reducción de scrap causada por el método inadecuado de aplicación de desmoldante, además de reducir el consumo del mismo suministro lo que genera ganancias considerables para la empresa, además de estandarizar un método por medio de un procedimiento establecido, el cual es auditado semanalmente para verificar que no haya algún cambio y posteriormente avanzar con el diseño del proyecto extendiéndolo a cada estación de trabajo.

### Descripción del Método

Dentro del campo laboral, una de las problemáticas principales es el desperdicio de suministros, ya sea por el mal uso o la falta de control, y esto puede generar pérdidas considerables en una empresa. Para la elaboración de maniqués uno de los suministros de mayor costo y consumo es el mold release; es un líquido que sirve como desmoldante y se aplica cada vez que se prepara el molde para facilitar la extracción del maniqué, es similar a un esmalte que trabaja a altas temperaturas y reduce la mayor cantidad de contaminación que puede existir en el molde, está fabricado de resina de silicona y esto permite que se adhiera fuertemente al molde, logrando una barrera ante la mayoría de las sustancias. Es base solvente y solo es una aplicación lo que implica que, en un proceso, cada ciclo se debe de aplicar una nueva capa del desmoldante, su transferencia es momentánea y después del proceso las piezas

<sup>1</sup> Josue Alberto Valadez Richarte alumno de la carrera de ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. A1159718@alumnos.uacj.mx

<sup>2</sup> Dr. Luis Carlos Méndez González es profesor investigador del departamento de ingeniería industrial y manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. luis.mendez@uacj.mx

<sup>3</sup> Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón es profesor investigador del departamento de ingeniería industrial y manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. luis.picon@uacj.mx

<sup>4</sup> MC. Abel Eduardo Quezada Carreón es profesor investigador del departamento de ingeniería eléctrica y computación en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. abquezad@uacj.mx

están listas para llegar a la siguiente estación de acabado y no afecta a la adherencia de otro componente externo ya que el desmoldante solo es temporal. Mensualmente se consumen 850 galones promedio, de los cuales no se tiene un control. La principal causa es que el suministro se aplica de manera manual, se usa una bomba, la cual el operador puede presionar las veces que desee para mojar un trapo y con el trapo lo aplica directo al molde, y esto puede generar porosidad en los maniqués por el exceso de mold release, además de incrementar el costo y podría correr el riesgo de tener un desabastecimiento de este líquido. Caso contrario es la falta de desmoldante lo que provoca que el maniquí se adhiera al molde y su extracción se complique lo que puede generar una ruptura en la pieza moldeada o hasta en el mismo molde, ambos casos generar tiempo muerto por la reparación del molde y la recuperación de las piezas perdidas, además de aumentar el costo por los materiales invertidos para su reparación. En las imágenes de la figura 1 se pueden observar algunas evidencias del problema actual.



Figura 1. Evidencia de la problemática.

La solución consistió en automatizar el sistema de bombeo de desmoldante por medio de un PLC programado con timers, botones de paro y arranque y electroválvulas. La finalidad del proyecto es que la bomba estará extrayendo el desmoldante de un contenedor de 55 galones de manera continua manteniendo una presión constante en el sistema de tuberías y cuando el botón de inicio sea presionado active la electroválvula cambiando su estado normalmente cerrado a abierto con un timer que indicara el tiempo el cual dejara la válvula abierta para después regresarla a su estado normalmente cerrado, finalmente se iniciara un segundo timer que evitara que se presione el botón de inicio hasta cumplir un ciclo de 6 minutos, tiempo necesario para preparar nuevamente el molde y evitar que extraigan mas desmoldante del necesario, solo se surtirá la cantidad necesaria por pieza en un determinado tiempo para la preparación de la segunda pieza.

La primer parte del proyecto fue determinar la cantidad necesaria para la aplicación de desmoldante por pieza y para ello se colocó medio galón medido por máquina para analizar su consumo en un periodo de un turno completo asegurando que el molde este cubierto por el desmoldante de manera adecuada, se identifican las posibles variables que podrían generar un consumo excesivo y se les da una solución alternativa, después se asigna una cantidad de desmoldante de acuerdo a los datos obtenidos considerando el valor más alto para evitar faltante de material.

Algunas de las variables que se detectaron fueron las temperaturas que alcanzan los moldes, la primera pieza requiere menor cantidad de desmoldante ya que las piezas posteriores generan una temperatura de hasta 130 grados Fahrenheit en el molde lo que genera que el desmoldante se evapore y se debe aplicar una mayor cantidad o las fisuras en el molde que también absorben una mayor proporción de desmoldante, mas sin embargo a estas variables se les asigno una solución en el primer caso se considero que el molde manejara una temperatura alta eso implica que habrá un excedente de acuerdo a la estimación que se entregara por pieza y para las rupturas es necesario hacer un preventivo para los moldes.

El siguiente paso fue diseñar una estación de trabajo con los requerimientos necesarios para surtir el desmoldante por lo que se utilizó el software SolidWorks que permite realizar el diseño del prototipo para el proyecto que funcionara como dispensador automático fue necesario considerar aspectos de seguridad y la metodología que seguirá el personal para cumplir con los requerimientos. En la figura 2 se puede observar el diseño de la mesa elaborada.

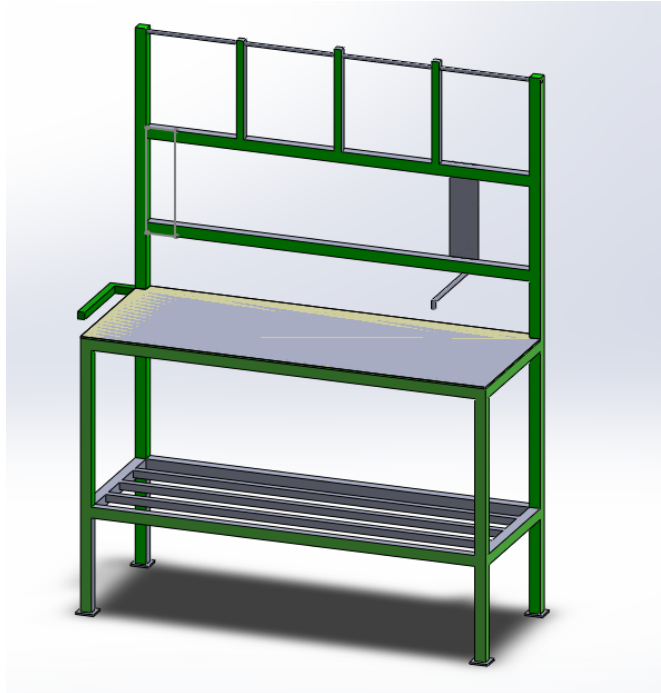


Figura 2. Diseño de mesa elaborada

La siguiente etapa fue desarrollar el diagrama escalera en el PLC que permita el uso de botones de paro y arranque, además de timers para controlar el tiempo de función de las válvulas, en el primer renglón del diagrama se debe de colocar la función de las entradas para los botones de arranque y paro, después se colocara el primer timer que será encargado de activar la válvula solenoide y al finalizar el ciclo el segundo timer será activado para evitar el accionamiento del botón de arranque hasta nuevamente iniciar el ciclo de preparación del molde. En la figura 3 se puede representar el diagrama escalera utilizado.

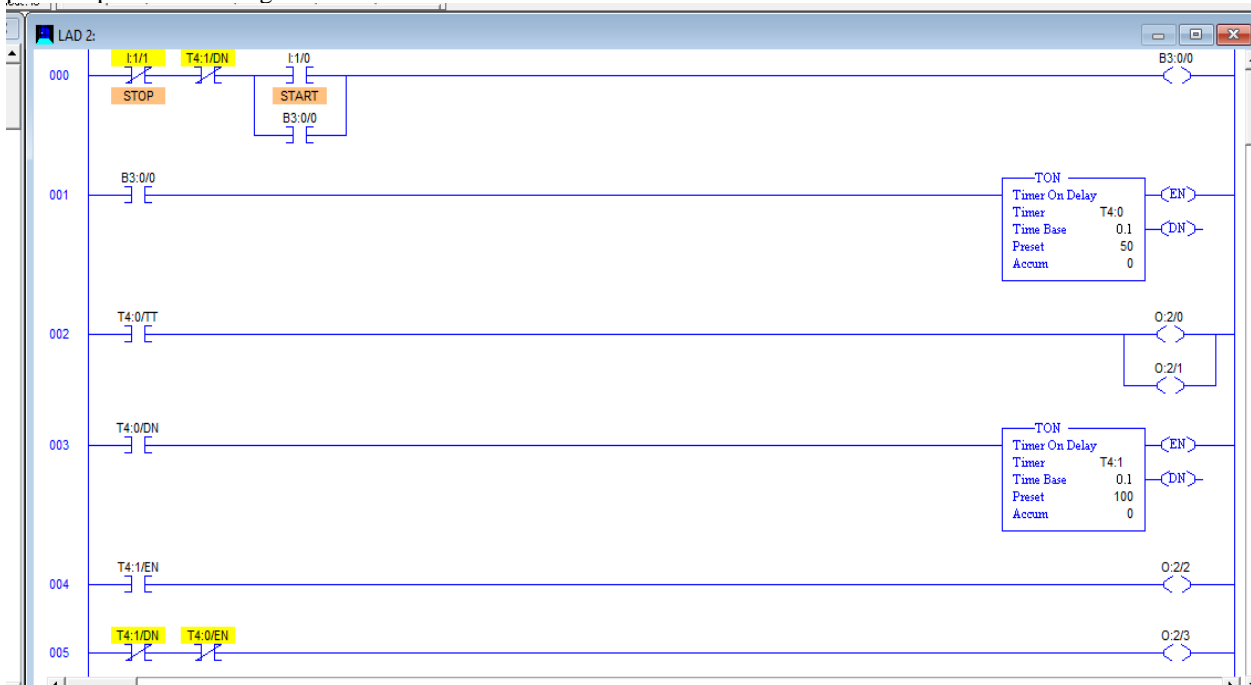


Figura 3. Desarrollo de diagrama escalera

Posteriormente se procedió a conectar el PLC de manera física asegurando que las entradas y salidas fueran conectadas de manera adecuada con respecto al diagrama escalera elaborado como se puede mostrar en la figura 4.

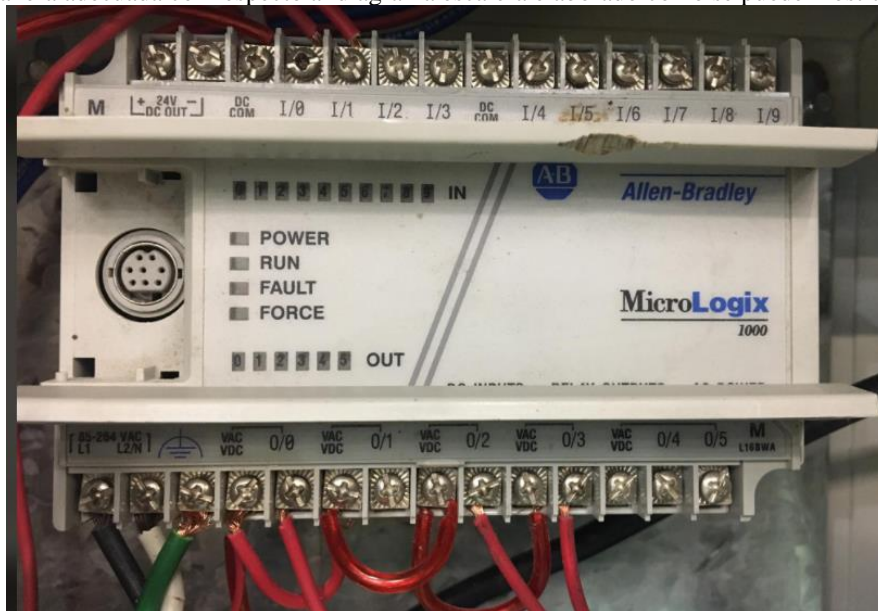


Figura 4. Conexión física del PLC

Finalmente se integró el sistema automatizado a las líneas de producción, se colocaron tuberías para rutear el cableado desde la estación de trabajo al PLC, el botón de arranque y las dos lámparas verde y roja se colocaron en la mesa del trabajador y el botón de paro de emergencia está en el panel que se encuentra el PLC y la fuente de alimentación externa. La bomba se encuentra en funcionamiento por las tuberías de alta presión hasta que el botón de inicio sea activado para abrir la válvula solenoide e inyectar el desmoldante en un recipiente con la cantidad necesaria para la demanda por molde. En la figura 5 se puede observar el sistema instalado en la mesa de producción.

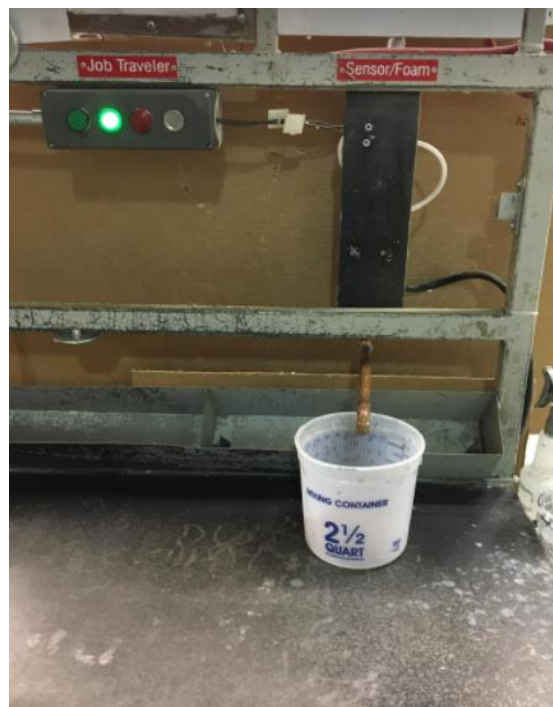


Figura 5. Sistema automatizado para la extracción de desmoldante

Una vez finalizado se realizó un entrenamiento para el personal que maniobrara el sistema para después monitorear el uso adecuado por medio de una auditoria por capas en la cual se especifica el seguimiento de los procesos establecidos, en la figura 6 se muestra el formato a llenar para controlar el sistema.





<b>AUDITORIAS POR CAPAS</b>				
Fecha :			Auditor:	
Linea: _____			Nombre y firma del supervisor : _____	
Area: _____				
N U M .	Documentación	SI	No	Observaciones / Acciones
		✓	✗	
1	Las acciones correctivas de la ultima auditoria fueron realizadas			
2	Los requerimientos de equipo de protección personal se cumplen			
3	Los métodos de proceso están en orden, limpios y en buen estado.			
4	Se verifican las condiciones de seguridad antes de dar inicio a la producción			
Información técnica				Observaciones / Acciones
5	Esta en la carpeta la información técnica con la documentación que debe contener, completa.			
6	Se cuenta con ayudas visuales del proceso, Alertas de calidad o Muestra estándar en el área.			
7	Se encuentran disponibles los contenedores para el producto no conforme o desperdicio, y se les da el uso adecuado.			
8	Herramientas de trabajo estan el buen estados, y en su lugar apropiado.			
9	Se utilizan los materiales, siguiendo los métodos descritos en la carpeta de documentos.			
10	Los contendores de desmoldante (mold reléase), pinturas se encuentran limpios , botes de basura limpios y en buen estado.			
<b>SEGURO</b>				
<b>Total puntos</b>				
   		Produccion _____	Calidad _____	Ingenieria _____

Figura 6. Desarrollo de diagrama escalera

### Comentarios Finales

El proyecto finalizo en una línea de producción cumpliendo con los objetivos esperados y se planea extender hacia las líneas restantes para alcanzar el máximo potencial de beneficio para la planta lo que aumentaría las ganancias para la empresa y permitirá el desarrollo de nuevos proyectos. Se logro aplicar los conocimientos adquiridos para la automatización de sistemas con el uso de PLC y se le dio una utilidad bastante favorable en el campo laboral.

### Resumen de resultados

Una vez controlado el desmoldante se redujo la cantidad de scrap y su uso de manera inadecuada, lo que genero ganancias para la empresa de un 27%, a su vez se estandarizo el método para toda la planta, lo que permite mantener el proceso automatizado además de mantener constante el consumo de desmoldante. En la figura 7 se puede observar la reducción de costos por la disminución de desmoldante por galones.

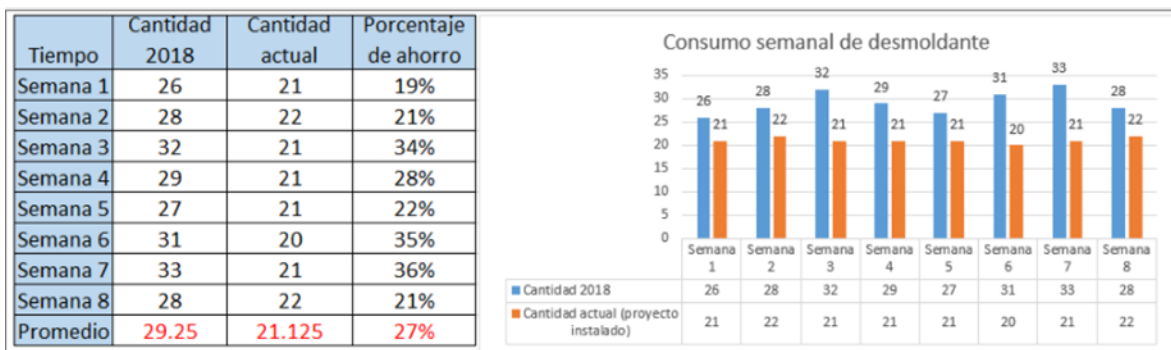


Figura 7: Comparación de resultados.

### Conclusiones

Actualmente la automatización permite el desarrollo de actividades complejas o difíciles para el personal, en este proyecto fue fundamental para el control de un método aplicando los conocimientos sobre la programación de PLC, electroneumática y circuitos eléctricos dando como resultado un sistema capaz de obtener los resultados esperados además de aplicar una de las metodologías más comunes dentro del ámbito industrial denominado DMAIC para el manejo del proyecto de manera estructurada y fácil de aplicar para la búsqueda de una mejora continua. Una vez finalizado el proyecto, como parte de mejora se continuará instalando en las líneas restantes para aumentar el margen de ganancia en toda la planta y así mismo reducir la cantidad de scrap generada por la falta de control de desmoldante.

### Referencias

J.Garza M.Martinez. Reduccion de costos asociados a los desperdicios de un producto perteneciente a una empresa manufacturera. *Innovaciones De Negocios*, 10(20):197 – 219, Jul 2017.

C. Gonzalez R. Garza. Aplicacion de la metodologia dmaic de seis sigma con simulacion discreta y tecnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economia y la Empresa*, pages 19 – 35, 2016.

D. Benchoff C. Remon. Aplicacion de la mejora continua de la calidad para analizar el rendimiento de un grupo de estudiantes de ingenieria. *repositorio dspace*, pages 41 – 219, Sep 2017.

J. Vasquez. Diseño de un sistema hidraulico para suministrar agua al sistema de riego de fundo el papayal. pages 23 – 12, 2016.

M.Velasquez. Control y supervision de un proceso electro-neumatico. *Industrial data*, 12(2):73 – 78, Jul 2008.

J. Leal. Plc para control de bombas de piscina y sistema de riego automAtico en chalEs”. pages 29 – 32, Sep 2020.

T. Cervantes. Estudio comparativo de dos modelos de electrovAlvula de la empresa b ´Urkert ” sometidas a diferentes presiones, tensiones y temperaturas. *Editorial Universitat Politecnica de Valencia*, pages 1 – 9, Jun 2015.

E. Adam C. Cappelletti. Dise˜no de sistemas de control con restricciones por realimentacion de salida aplicado a un sistema hidraulico. pages 1 – 12, Jan 2016.

F. Ferreira O. Vargas, J. Jaimes. Desarrollo e implementacion de circuitos de mandos electroneumaticos utilizando un controlador logico programable integral en el entorno de las practicas industriales del laboratorio de neumatica de las u.t.s. pages 5–13, 2020