Congr. Int. en Ing. Electrónica. Mem. ELECTRO, Vol. 39, pp. 11-16, Oct 2017, Chihuahua, Chih. , México
http://electro.itchihuahua.edu.mx/memorias_electro/MemoriaElectro2017.zip
ISSN 1405-2172

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCIÓN DE PLÁSTICOS DE LA MÁQUINA BOY 25D.

José Alejandro López Corella [1], Sergio Iván Hernández Ruiz[2], Maribel Herrera Velarde[3], María Cristina Gutiérrez Gaxiola[4]. Julio Cesar Ramírez Valenzuela[5], José Enrique Valenzuela López[6]

Instituto Tecnológico de Nogales, Metal Mecánica Ingeniería Mecatrónica, Av. Tecnológico 911, Nogales, Sonora, México
+52(631) 311 1881.
lopez.alejandro@itnogales.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de la investigación realizada en el Instituto Tecnológico de Nogales, específicamente el laboratorio de Moldeo por inyección de plásticos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, el cual contempla mostrar los resultados obtenidos de la automatización de los procesos de moldeo por inyección de plásticos de la máquina Boy 25 D, utilizando PLC IDEC Micro Smart, Interface HMI, Transductor de presión Dynisco 1DA354 y Transductor de posición TLH225.

En específico dentro del proceso de inyección, los parámetros que fueron automatizados para su monitoreo son: presiones de inyección y posición de la inyectora para desplegar el tamaño de disparo. Esto es con el fin de desplegar toda esta información en un dispositivo HMI y así conocer los parámetros que arroja la maquina en cada ciclo de inyección, de esta manera comprender mejor el proceso actual como un medio de obtención de información para mejorar el control de la variación del proceso.

Palabras clave: Transductor, PLC IDEC, Interface HMI, Boy 25D.

ABSTRACT

The present work is the result of a research carried out at the Technological Institute of Nogales, specifically the plastics injection molding laboratory of the Mechatronics Engineering career, which aims to show the results obtained from the automation of an injection molding processes for the 25 D on Boy machine, using Micro Smart IDEC PLC, HMI Interface, Dynisco 1DA354 Pressure Transducer and TLH225 Position Transducer.

Specifically within the injection process, the parameters that were automated for monitoring are: injection pressures and the position of the injector to display the shot size. This is in order to display all this information in an HMI device to learn the parameters that the machine is producing each cycle of injection. In this way we can better understand the actual process as means for obtaining the information to improve the control of the process variation.

Keywords: Transducer, PLC IDEC, HMI Interface, Boy 25D.

1. INTRODUCCIÓN

El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos, debido a la versatilidad de las piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable y altos niveles de producción [1].

En ingeniería de plásticos, el proceso de moldeo por inyección es semicontinuo que generalmente consiste en los siguientes pasos:

1. La resina de plástico se transfiere mecánicamente mediante el sistema de vacío que es succionado del reservorio del secador del material, el material se carga a través de una manguera a una tolva receptora de pequeña cantidad en la garganta de la unidad de inyección de la máquina de moldeo.
2. A medida que el material entra en la tolva, el material se introduce por gravedad en el cilindro de calentamiento de la máquina y se funde para su procesamiento.
3. El tornillo de inyección gira, recogiendo plástico mientras regresa a su punto establecido.
4. La unidad de sujeción hidráulica avanza la mitad movible hacia adelante empujando los platos juntos cerrando el molde de inyección.
5. El tornillo de inyección avanza se desplaza hacia adelante para inyectar la resina de plástico en la cavidad del molde a través del canal de la colada.
6. El proceso continúa según los parámetros aprobados durante la duración necesaria para que la resina plástica se solidifique y cumpla con los criterios visuales y dimensionales requeridos.
7. La unidad de sujeción hidráulica se abre y el sistema expulsor se activa para preparar al operador para retirar las piezas de la cavidad del molde o bien para que caigan por gravedad sobre una banda o contenedor si el proceso no requiere operador.
8. El operador abre la puerta de la Máquina Moldeadora de Inyección para quitar la pieza moldeada
9. El operador cierra la puerta para repetir el ciclo.

En el laboratorio de Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Nogales, se cuenta con una máquina de inyección de plásticos modelo Boy 25D, tiene la característica de contar con un panel de manómetro de perilla como indicador de parámetros de presión, cuando se requiere monitorear dichas presiones, es necesario estar bajo supervisión directa de este panel,

monitoreando visualmente si todos los procesos se encuentran trabajando adecuadamente y evitar un daño en la máquina y en las piezas. Es decir siempre es necesario supervisar personalmente la máquina para verificar si todos los procesos están trabajando dentro de los límites permisibles. Por esta razón se decidió trabajar en la automatización de la medición de los siguientes parámetros:

- Posición.
- Presiones.

Para esto se utilizó la plataforma de PLC IDEC-WindLDR, IDEC-WindOI-NV2, Automation Organizer.

2. COMPONENTES DEL SISTEMA

Plataforma IDEC Automation Organizer.

Es la suite de software de automatización IDEC (ver figura 1) que combina el WindLDR intuitivo y el software WindO / I-NV2 con la nueva herramienta de configuración y configuración del sistema, WindCFG, en un solo paquete. El software combinado dará a los usuarios una poderosa herramienta para diseñar, depurar y documentar sus sistemas de control. Los usuarios existentes de Automation Organizer pueden actualizar fácilmente su software AO actual a la versión más nueva proporcionando GRATIS todas las adiciones, mejoras y correcciones de errores recientes [2].

Figura 1 Plataforma Automation Organizer

Plataforma IDEC WindLDR.

Software de programación de escalera más intuitivo diseñado para programar todos los PLC IDEC (ver figura 2). Esta herramienta de programación basada en iconos combina la lógica y la intuición con una interfaz increíblemente fácil de usar que le permite aprovechar cada característica de MicroSmart. Incluso sin la experiencia del programa de escalera, puede utilizar los editores incorporados, atajos y depuradores para configurar programas [2].

Figura 2 Plataforma IDEC WindLDR

Plataforma IDEC WindO/I-NV2.

Software de programación para toda la pantalla Táctil IDEC OI desde HG1F de 4.6”a HG4F de 12.1” (ver figura 3). Se utiliza para crear proyectos o programas que pueden mostrar información desde un PLC, estado de proceso o puede utilizarse para introducir datos con conmutadores virtuales o teclados para realizar cambios en un proceso. Los objetos son extremadamente fáciles de configurar con la ayuda de la navegación paso a paso. Le permite crear rápidamente pantallas gráficas coloridas en ningún momento usando menús desplegables y la funcionalidad de arrastrar y soltar intuitiva para los objetos [2].

Figura 3 Plataforma IDEC WindO/I-NV2

Transductor de presión.

Se utilizó el transductor de presión DYNISCO 1DA354 5C 10V S78B 1 TRANSDUCER (ver figura 4) por el rango de presiones y temperatura de operación [3]. Sus características principales se muestran en la tabla 1.

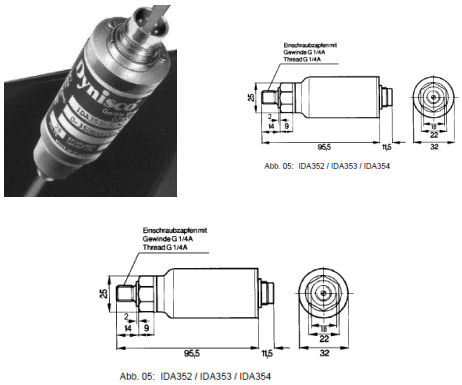

Figura 4 Transductor de Presión 1DA354

Tabla 1 Características del transductor 1DA354

Parámetro	Valores
Voltaje de alimentación	24 VDc
Señal de salida analógica	0-10 VDc
Presión hidráulica	0-350 BAR (5075psi)
Puerto de conexión	¼ NPT
Temperatura de operación	-25^{0}C a 120 ^{0}C
Peso	0.200 Kg

Basado en las capacidades y bondades del transductor 1DA354 se determinó la viabilidad de la aplicación para la solución al problema de monitoreo del proceso con mayor resolución y de forma digital que requiere la inyectora.

Transductor de posición.

Se utilizó el transductor de posición TLH225 (ver figura 5) debido a que están diseñados para medición directa y precisa de un desplazamiento es inmune a interferencias eléctricas externas y su rango de temperaturas en el cual trabaja [4]. Sus características principales se muestran en la tabla 2.

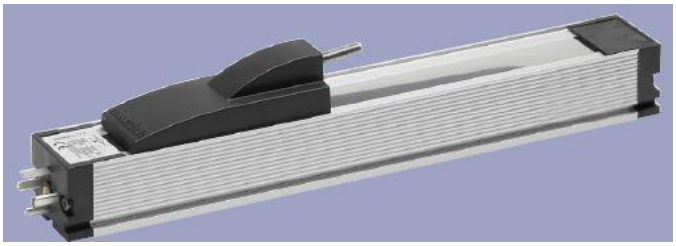

Figura 5 Transductor de posición TLH225.

Tabla 2 Características del transductor de posición TLH225.

Parámetro	Valores
Resistencia nominal	5KΩ
linealidad	±0.07
Temperatura de operación	-30^{0}C a 100 ^{0}C
Velocidad de operación	10 m/s
Desplazamiento	225 mm

3. SISTEMA PROPUESTO

En la figura 6, se muestra una foto de la máquina BOY 25D, la máquina no cuenta con una pantalla digital para el monitoreo o ajustes de los parámetros de operación, sin embargo cuenta con regletas mecánicas que son utilizadas para ajustar dichos valores.

Figura 6 Máquina de Inyección de plásticos BOY 25D.

Los indicadores con los que cuenta es un manómetro de perilla el cual está situado al final del panel de control hacia el lado derecho, el cual despliega la presión seleccionada para ello hay que girar en manómetro y selección la opción deseada. Se puede decir que la maquina es totalmente manual (figura7).

Figura 7 Manómetro de perilla.

Utilizando el manómetro se buscó la trayectoria para verificar donde posicionar el transductor DYNISCO 1DA354, que al momento de seleccionar la opción de presión de inyección el transductor pueda monitorear esta presión y como hay muchas variaciones se decidió montar un micro switch (ver figura 8), el cual será accionado al terminar el disparo y así de esta manera poder tener la medición de la máxima presión ejercida en el disparo.

Figura 8 Micro switch.

Después se monitoreo el desplazamiento de la máquina, el cual en su máxima inyección es de 90mm y se buscó donde posicionar el transductor de posición TLH225 (ver figura 9) con el cual en base a su desplazamiento calcularemos el tamaño de disparo.
Como el transductor tiene 225 mm de desplazamiento y la unidad de inyección solo se desplaza 90mm se posiciono de tal forma que solo utilizara los últimos 90 mm por lo que se inicia en 135mm como inicio.

Figura 9 Montaje de transductor de posición.

Teniendo los transductores instalados se utilizó un PLC IDEC con dos módulos analógicos FC4A-J2A1, se diseñó un circuito (ver figura 10), que al momento de haber una variación en el transductor este mandara una señal al PLC donde se conectara directamente a las entradas analógicas.

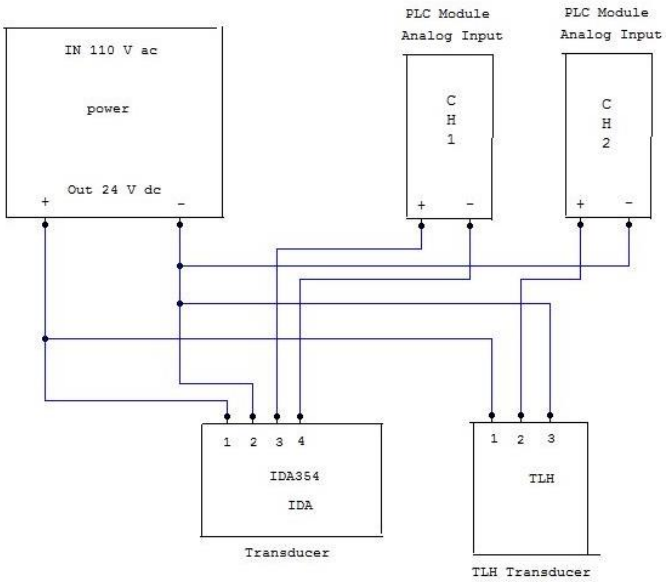

Figura 10 Diagrama del circuito construido.

Para calcular el tamaño de disparo se desarrolló lo siguiente partiendo de los datos que se muestran en la tabla3

Tabla 3 Datos de Maquina.

Diámetro de tornillo	18 mm
Recorrido de tornillo (carrera)	90mm
Capacidad de disparo	0.8 Oz

Densidad del poliestireno 1.04 $^{gr}/_{cm^3}$

Volumen = (A. Tornillo) (Longitud) =

(2.54 cm^2) (9 cm) = 22.86 cm^3

Masa = (Densidad) (Volumen) =

(1.04 $^{gr}/_{cm^3}$) (22.86 cm^3) = 23.77 gr = 0.83 Oz

Como podemos observar que la máxima capacidad de disparo son 0.83 Oz. O 23.77gr y el tornillo hace un recorrido de 90mm por lo que por cada centímetro o 10 mm tenemos una capacidad de disparo de 2.64 gr u 0.092 Oz.

Programación del PLC (acondicionamiento de señal para convertir a presión hidráulica o desplazamiento). Ya con la obtención de datos se realizaron los arreglos en el PLC para convertir datos por medio de operaciones aritméticas y comparativas a un valor que representara la presión hidráulica o desplazamiento la cual se mostró en dato interno del PLC para poder ser monitoreado directamente por la pantalla de interface la cual también es de la marca IDEC. A continuación se muestra en la figura 11 el programa en escalera desarrollado para esta aplicación.

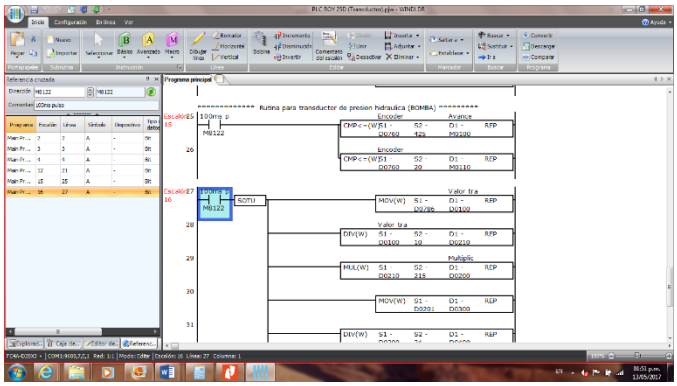

Figura 11 Rutina para transductor de presión.

Programación de pantalla HMI y muestra de datos al usuario.
Una vez realizado el programa de PLC se desarrolló la programación de la pantalla de interface marca IDEC. Para esto se utilizó el software WIND O/I de IDEC el cual sirve para programar y crear ambientes gráficos y de control en la

HMI que maneja la marca, se tiene que configurar que tipo de pantalla se programara y cuáles son los dispositivos que se desean manipular o mostrar en ella.

Al igual que la mayoría de la HMI's esta trabaja con bobinas virtuales las cuales son programadas para mostrar lo que el usuario o programador necesita. A continuación se muestra en la figura 12 el programa desarrollado para esta pantalla.

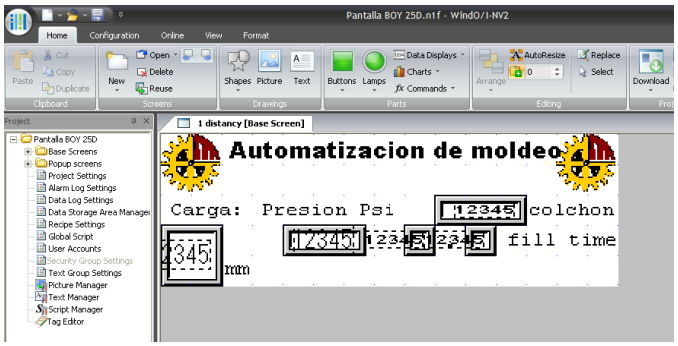

Figura 12 Programación de HMI.

Las entradas analógicas del PLC reciben un voltaje que al ser interpretado por el convertidor analógico - digital se convierte en una escalera de 0 a 4095 (12 bit). Cuando el valor está en 0 indica que se encuentra activado el transductor en nuestro caso hay presión hidráulica o nuestra unidad de inyección está cargando resina, es entonces que el programa de PLC dará orden a la interface HMI para que despliegue las mediciones de que hay o no hay valor tomado por el transductor (ver figura 13), indicándolo siguiente:

Presión Psi.- La presión real de inyección que esta es tomada al estar finalizando la inyección que es cuando hay más presión ejercida.

Carga.- la cantidad de resina a cargar para posteriormente ser disparada en este caso 85 mm equivalentes a 0.783 Oz. De resina.

Colchón.- se debe considerar que en moldeo tradicional en moldes de colada fría se establece un 10% de la capacidad de volumétrica del tamaño de disparo al 99% de llenado en nuestro caso 0.783 Oz que equivalen a 26.22 gr nuestro colchón es de 2.6 gr o 0.0783 Oz (esto con el fin de compensar la variabilidad de la resina).

Fill time.- Tiempo que dura en cargar resina y terminar de dispararla (ciclo de llenado).

Figura 13 Despliegue de valores.

4. RESULTADOS OBTENIDOS.

Se ha realizado un análisis de su comportamiento y se ha evaluado la efectividad de la tecnología, lo anterior con la finalidad de registrar las variables que intervienen en los procesos antes mencionados, optimizar los recursos y atender las necesidades que se presentan para tener in mejor control de las variaciones del proceso.

Las mediciones fueron adquiridas sin problemas de igualmanera la comunicación entre todos los dispositivos que intervienen en el proceso. Un solo detalle a considerar que se muestra en la figura 8, durante las lecturas de presión conforme se va inyectando está variando la presión de inyección en nuestro caso solo nos interesa la presión final al terminar la inyección por lo que se colocó un micro switch que nos dará un pulso al estar por finalizar la inyección y así solo se tomaran estas lecturas y no todas.

5. CONCLUCIONES.

Uno de los principales objetivos del presente trabajo es el de instalar un dispositivo electrónico que monitoree constantemente el desempeño de los factores de entrada tales como la presión hidráulica y las posiciones, ya que estos constituyen los (KPIV) "Key Process Input Variables" Factores Clave de entrada del proceso de moldeo. La variación descontrolada y sin monitoreo de estos dos factores afectan las salidas que consiste en el producto moldeado.

Los dispositivos tienen la capacidad de desplegar el desempeño entre ciclo y ciclo como también consta de una colección de datos de la corrida para análisis de la variación de forma estadística. En el evento de que estos factores salgan de rango, se podrá detectar y visualizar con oportunidad por medio de la HMI la variación total y precisa del proceso de moldeo.

De esta manera se reduce y probablemente elimina la variación con mayor resolución y certidumbre lo cual permite afinar y hacer ajustes de forma más inteligente y amigable. Los beneficios son muchos y muy importantes, entre ellos:

1. Resolver la variación más pronto, es decir con la mínima cantidad de producto defectuoso.
2. Evitar posibles daños a la máquina
3. Mejorar las entregas a tiempo y no retrasar la producción.
4. Mejor entender proceso actual
5. Establece un mejor control de la variación del proceso
6. Aplicar las técnicas de moldeo científico a través de la instrumentación.

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos para el estudio de caída de presión para demostrar si la presión de la maquina está limitada y si nos ayuda en su consistencia mediante en proceso de moldeo.

Tabla 4 Estudio de caída de presión.

No	Sección del flujo	Picos de presión	% Máximo	Cambios de presión
1	EOF	596	27.09	NA
2	Mid Part	612	27.82	16.00
3	Gate	682	31.00	70.00
4	Secondary	636	28.91	-46.00
5	Primary	418	19.00	-218.0
6	Sprue	481	21.86	63.0

Como se muestra en la tabla, los picos de presión no varía mucho, más en la figura 14 se demuestra que la maquina se está esforzando de un punto a otro.

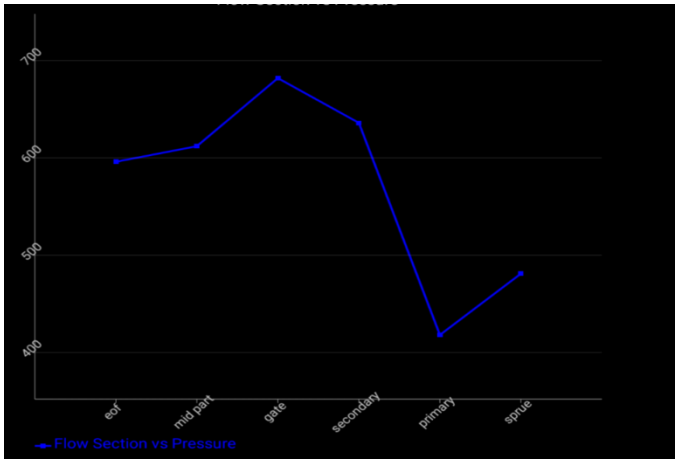

Figura 14 Sección de flujo vs presión.

A futuro se pretende automatizar los parámetros de ajuste manual que se realizan por medio de unas regletas, para ser ajustados automáticamente con la ayuda de unos servomotores.

6. REFERENCIAS.

[1] López Corella José, Automatización del Proceso de Moldeo por Inyección de Plásticos de la Máquina BOY 25D Utilizando Arduino y el Shield SIM900 GSM/GPRS , Revista de tecnología e innovación, Vol 3 Numero 8, julio – septiembre 2016, 104.

[2] **https://www.idec.com/caen/products/Catalogs/Software/AO/overview.html.**

[3] **https://www.iei.liu.se/flumes/tmms04/filearchive2014ht1/lessons/lesson01/1.581325/PressureTransducers_IDAEnglish.pdf.**

[4] http://www.novotechnik.com/pdfs/TLH.pdf