

Laboratorio Práctica electroneumática

Andrés Holguín Restrepo
Ingeniería Mecatrónica
Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia
aholguinr@unal.edu.co

Resumen—En el siguiente informe se realiza la explicación de dos máquinas funcionales del laboratorio LABfABeX, la celda neumática y el pulpo cerigráfico. Se realiza el levantamiento de cada una de estas máquinas y luego se logra desarrollar un proceso de aplicación real en la celda neumática.

I. CELDA NEUMÁTICA

Una celda neumática de prensado es una herramienta valiosa en la industria de la automatización de procesos de fabricación. Este sistema utiliza aire comprimido para generar fuerza y aplicar presión en un proceso de prensado específico. El funcionamiento de una celda neumática de prensado se basa en un cilindro neumático que se activa mediante un controlador, como un PLC (Programmable Logic Controller).

La automatización de este proceso mediante un PLC representa un avance significativo en la industria. Un PLC es un dispositivo programable que controla y supervisa de manera precisa los componentes de una celda neumática de prensado. Al programar el PLC, es posible establecer parámetros como la fuerza de prensado, el tiempo de aplicación, la secuencia de operaciones y la velocidad de producción. Esto permite una mayor precisión y repetibilidad en el proceso de prensado.

La automatización de la celda neumática de prensado a través de un PLC ofrece numerosos beneficios. En primer lugar, mejora la eficiencia y la productividad al eliminar la intervención manual en tareas repetitivas. Al programar el PLC, se pueden establecer ciclos de producción más rápidos y consistentes, lo que reduce el tiempo de ciclo y aumenta la capacidad de producción.

Además, la automatización garantiza una mayor calidad y precisión en el proceso de prensado. Al eliminar la posibilidad de errores humanos y establecer parámetros exactos, se obtienen resultados más consistentes y se minimiza el desperdicio de material.

La automatización también contribuye a la seguridad en el entorno de trabajo. Al reducir la interacción directa entre los operadores y las máquinas, se disminuyen los riesgos de accidentes laborales y se crea un entorno más seguro.

Ahora bien, la celda neumática del laboratorio de fabricación experimental es una máquina de ensamblaje de piezas mediante prensado de un magacín.

Se pueden identificar diversos subsistemas, entre los cuales están:

- Posicionamiento inicial
- Agarre y giro

- Transporte
- Verificación
- Prensado
- Retirado

En la Figura 1 se puede evidenciar a grandes rasgos este montaje físico.

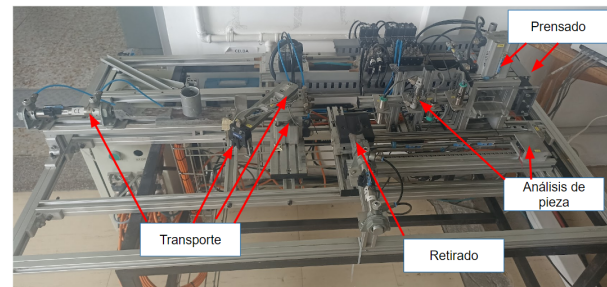


Figura 1. Celda neumática del laboratorio LabFabEx.

Así mismo, la celda se compone principalmente de 10 actuadores neumáticos, entre ellos cinco de efecto simple y cinco de doble efecto.

- Posicionamiento inicial: FESTO dsnu-20-80-ppv-a
- Levantamiento de sistema de giro: BOSCH 822 010 852 d40 H15
- Giro: SMC MSQB10A
- Guía lineal: SMC CDY1S10H-400
- Prensado: BOSCH 822 010 852 d50 H40
- Retirado: FESTO dsnu-20-80-ppv-a

De este modo, se cuentan con nueve sensores inductivos programables IO Link para lograr hacer la captación de datos de la celda neumática.

I-A. PLC

La implementación de un PLC con los componentes del laboratorio ofrece una solución versátil y potente para la automatización de procesos industriales, en este caso de proceso de prensado en la celda neumática. Con 12 salidas físicas, se pueden controlar una variedad de dispositivos y actuadores. En particular, las salidas 1 a 4 se utilizan para la selección binaria de 7 electroválvulas utilizando un Arduino Nano como multiplexor. Esto permite un enfoque eficiente y compacto para controlar múltiples electroválvulas con un número limitado de salidas físicas.

Además, las salidas 5 a 12 ofrecen la capacidad de actuación directa, lo que significa que se pueden controlar dispositivos y actuadores conectados directamente al PLC sin necesidad de un multiplexor adicional. Esto brinda flexibilidad en la configuración de la celda de automatización y permite un control más directo y preciso de los componentes.

Por otro lado, el PLC cuenta con 12 entradas físicas que permiten la captura de señales y datos provenientes de sensores, interruptores u otros dispositivos de entrada. Estas entradas físicas proporcionan información esencial para monitorear y controlar el proceso de fabricación.

En cuanto a la comunicación Ethernet, el PLC ofrece 1024 entradas, lo que brinda una amplia capacidad de conexión con otros dispositivos o sistemas. Esta comunicación Ethernet permite intercambiar información y datos con otros equipos en la red, lo que facilita la integración y la supervisión de múltiples procesos.

Además, el PLC cuenta con comunicación con los sensores IO-Link, una tecnología que permite una comunicación bidireccional y digital con sensores y actuadores inteligentes. Esto permite obtener información más detallada y precisa de los dispositivos conectados, lo que resulta en un control más eficiente y una mejor calidad en la producción.

Para facilitar la operación remota, el PLC utiliza RealVNC, una herramienta que permite el acceso y control remoto del sistema desde cualquier lugar con conexión a Internet. Esto brinda la posibilidad de supervisar y operar la celda de automatización de forma remota, lo que resulta especialmente útil en situaciones donde se requiere monitoreo constante o en entornos de trabajo a distancia.

En resumen, la implementación de un PLC con estas características proporciona una solución integral y avanzada para la automatización de procesos industriales. Con un amplio rango de salidas y entradas físicas, comunicación Ethernet y compatibilidad con sensores IO-Link, junto con la capacidad de operación remota a través de RealVNC, se logra un control preciso, una mayor eficiencia y una supervisión efectiva de los procesos de fabricación.

I-B. Fluidsim

Ahora bien, es posible realizar algún montaje en simulación mediante el software Fluidsim Pneumatic. En las figuras 2 y 3 se pueden apreciar estos montajes.

A partir de esto es posible realizar el desarrollo de rutinas programables mediante lenguaje Ladder, de bloques, entre otros, tal que puedan ser compilados por el PLC.

I-C. BOM

Con todo y lo anterior, se define la tabla del Bill of Materials (BOM) de la celda neumática.

I-D. Especificación de componentes

Ahora, se determina importante hacer mención de alguno de los componentes principales del pulpo cerigráfico, para entender mejor el funcionamiento de este.

- **FESTO dsnu-20-80-ppv-a**

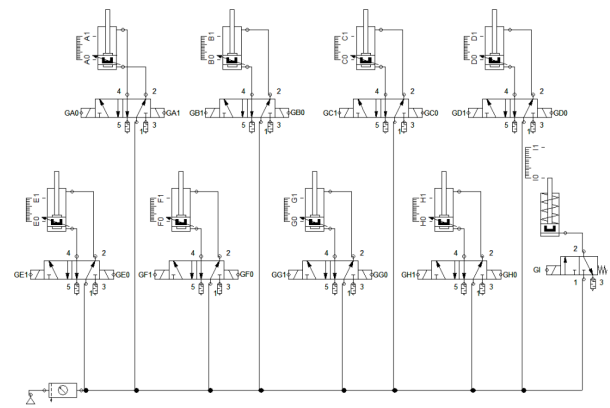


Figura 2. Montaje de simulación.

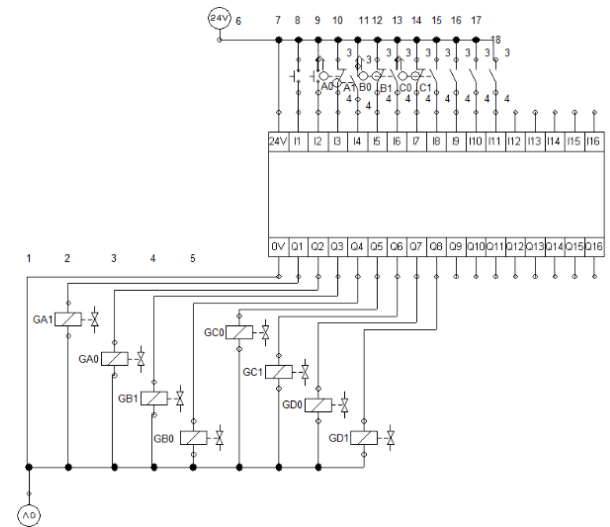


Figura 3. Montaje de simulación PLC.

- Carrera: 80 mm
- Diámetro del émbolo 20 mm
- Presión de funcionamiento 0.1 MPa ... 1 MPa
- Presión de funcionamiento 1 bar ... 10 bar
- Modo de funcionamiento Doble efecto

■ BOSCH 822 010 852 d40 H15

- Carrera 15 mm
- Diámetro del émbolo 40 mm
- Modo de funcionamiento Doble efecto

■ BOSCH 822 010 852 d50 H40

- Carrera 40 mm
- Diámetro del émbolo 50 mm
- Modo de funcionamiento Doble efecto

■ SMC MSQB10A

- Giro 190°
- Calibre 15 mm
- Presión máxima: 1MPa

■ SMC CDY1S10H-400

- Carrera 400 mm

Parte	Cantidad
Actuador neumático doble efecto	8
Actuador neumático simple efecto (pinza)	1
Sensor IO link inductivo programable	9
Electroválvulas	15
PLC UNITRONIX	1

Tabla I
BOM CELDA NEUMÁTICA

- Calibre 10 mm
- Presión 1.6-7 bar

II. PULPO CERIGRÁFICO

Una celda cerigrafiadora, en este caso llamado como el Pulpo cerigráfico, es un sistema automatizado utilizado en la industria para imprimir diseños o patrones precisos sobre diferentes sustratos, como tela, plástico, vidrio o metal. Este proceso, conocido como serigrafía o impresión por pantalla, implica transferir tinta a través de una malla tensada sobre un marco, que actúa como una plantilla con áreas permeables y no permeables. La celda cerigrafiadora está compuesta por varios componentes clave, como todo el sistema de control por PLC, el sistema físico de montaje para el cerigrafiado, junto con todos los elementos electroneumáticos que permite la traducción entre el accionamiento del sistema de control y el accionamiento en el mundo real.

El proceso comienza con la preparación del diseño a imprimir, que se transfiere a la malla mediante un proceso fotográfico o una técnica digital. A continuación, se coloca el sustrato en la máquina de impresión, y la malla con el diseño se presiona sobre él. La tinta se aplica sobre la malla y se extiende utilizando una racleta, que fuerza la tinta a través de las áreas permeables y la deposita sobre el sustrato en el patrón deseado. Después de la impresión, el sustrato se mueve hacia la unidad de secado y curado, donde se aplica calor o radiación ultravioleta para fijar la tinta y asegurar su durabilidad.

La automatización de este proceso ofrece numerosas ventajas. En primer lugar, mejora la eficiencia al reducir el tiempo necesario para la impresión y el secado, lo que permite un aumento en la producción. Además, la automatización garantiza una mayor precisión en la repetición de los diseños, lo que resulta en una calidad de impresión más consistente. También permite la integración con otros sistemas de fabricación, lo que facilita la producción en línea y la personalización en masa.

La celda cerigrafiadora se utiliza en una amplia gama de industrias, como la textil, la electrónica, la publicidad, la automotriz y la cerámica. Se utiliza para imprimir logotipos, etiquetas, circuitos electrónicos, paneles de control, envases, elementos decorativos y muchos otros productos. La automatización de este proceso no solo agiliza la producción, sino que también mejora la calidad y la versatilidad de los productos impresos, lo que resulta en una mayor satisfacción del cliente y una mayor competitividad en el mercado.

Ahora bien, el pulpo cerigráfico del laboratorio es bastante particular. Este tiene dos estaciones de trabajo que permite realizar el desarrollo de dos rutinas de cerigrafía independientes, lo cual logra aumentar la potencialidad de uso de este equipo.

En la figura 4 se puede evidenciar este pulpo, con algunas de sus subfunciones principales:

- Separación de tablas.
- Movimiento vertical de paletas.
- Movimiento horizontal de paletas.
- Movimiento horizontal de la base.
- Movimiento Longitudinal de la base.

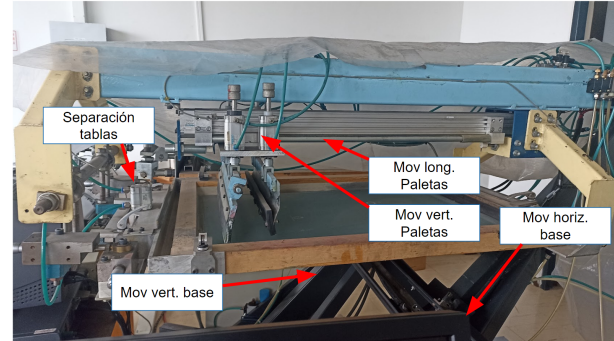


Figura 4. Montaje de simulación.

II-A. BOM

Parte	Cantidad
Actuador neumático doble efecto	7
Actuador neumático simple efecto	1
Válvula de estrangulamiento	8
Sensor inductivo	8
Electroválvulas de accionamiento	3
PLC FESTO	1

Tabla II
BOM PULPO CERIGRÁFICO

III. APLICACIÓN REAL

Para esta sección de aplicación de alguna de las dos máquinas, se va a plantear una rutina controlada en la celda neumática.

En ella, se desea implementar el subsistema de transporte y verificación de la celda mediante la activación de las válvulas desde el HMI. Para ello, es necesario cumplir con las condiciones iniciales del sistema:

- Verificar el gripper cerrado (señal 3)
- Verificar el cilindro doble efecto de expulsión verrado (señal 6).
- Verificar que la puerta de prensado se encuentre abierta (señal 7)
- Verificar la posición inicial de carrito en el extremo izquierdo (señal 9)
- Verificar que se encuentren apagadas las señales 11 a 15.

Después de esto, se tiene la siguiente rutina que se debe seguir para cumplir con el proceso adecuado:

1. Soltar el gripper para el posicionamiento de la pieza en el carrito (Activar señal 4).

2. Mover el carrito en sentido a la derecha hasta posicionarse en etapa de verificación (Activar señal 10 y luego desactivar).
3. Verificar el agujero de la pieza mediante el cilindro de simple efecto de verificación (Activar señal 11).
4. Finalizar la verificación del agujero de la pieza (Desactivar señal 11).
5. Mover el carrito con la pieza verificada hasta el extremo derecho de la guía lineal (Activar señal 10 y luego desactivar).
6. Cerrar la puerta de la estación de prensado para posicionar correctamente la pieza (Activar señal 8).

En el enlace <https://drive.google.com/file/d/1yuITQHQKSIInvCvuKjZQaIVK12ixiQW8P/view?usp=sharing> es posible evidenciar los resultados reales implementados en el laboratorio.

IV. CONCLUSIONES

- La celda neumática de prensado desempeña un papel crucial en la industria al ofrecer precisión y control en el proceso de prensado, mejorando la calidad y la eficiencia de la producción.
- La celda cerigrafiadora se destaca por su capacidad de aplicar diseños y patrones en diversos sustratos, lo que la convierte en una herramienta esencial para la personalización y el embellecimiento de productos, impulsando la creatividad y el valor estético en la fabricación.
- La implementación de un PLC en la automatización de máquinas representa un avance significativo en la eficiencia y la precisión de los procesos de fabricación. Al permitir la programación y el control precisos de los componentes, el PLC optimiza la productividad, reduce los errores y aumenta la seguridad en el entorno de trabajo, impulsando la mejora continua y el crecimiento en la industria.

REFERENCIAS

- [1] Parker Training. Tecnología Neumática Industrial. (2003). Disponible en: https://www.parker.com/literature/Brazil/M1001_BR_Neumatica.pdf
- [2] Rexroth. Simbología gráfica Conforme ISO 1219. Disponible en: https://dc-br.resource.bosch.com/media/br/training/treinamentos_2020/arquivos_2/Simbologia_Grafica_ISO1219_ES.pdf