



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MATERIA
DOCENTE:
SEMESTRE:

**ANÁLISIS DE LAZOS DE CONTROL Y PLANOS P&ID
LÍNEA DE PRODUCCIÓN – ESTACIÓN DE EMPACADO**

Fecha Inicio	Dedicación Presencial	Dedicación No Presencial	Fecha de Finalización

Justificación

Los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (P&ID) son planos de lenguaje universal que permiten a profesionales de distintas ramas de la ingeniería reconocer la instrumentación y los lazos de control implementados en un proceso. Es así como, ingenieros con capacidad de construir y comprender los planos P&ID pueden fácilmente apropiarse de la funcionalidad de un proceso con el objetivo de identificar elementos críticos, planificar tareas de mantenimiento, proponer estrategias de control que optimicen los recursos, entre otros.

Objetivo

Elaborar el Diagrama de Tuberías e Instrumentación (P&ID) de la Estación de Empacado de la Línea de Producción a partir de la identificación y el reconocimiento de la instrumentación del proceso.

Objetivos específicos

- Identificar la instrumentación del proceso: sensores, actuadores y elementos de control.
- Reconocer y verificar la operación de las etapas que conforman la Estación de Empacado.
- Construir un P&ID de la Estación de Empacado a partir de la instrumentación identificada y el análisis de las estrategias de control.

Competencias adquiridas en el desarrollo de la práctica

- Reconoce los elementos que hacen parte de la instrumentación de un proceso real.
- Identifica lazos de control abiertos y cerrados a partir de la observación de un proceso.
- Construye planos P&ID basados en la simbología de la norma ANSI/ISA 5.1 2009.

Material de Trabajo

- Norma ANSI/ISA 5.1 2009

Pre-informe

- Revisión de la simbología para representación de planos P&ID de la norma ANSI/ISA 5.1 2009
- Consulta del principio de operación de los siguientes elementos:
 - Sensor fotoeléctrico
 - Interruptor magnético
 - Cilindro neumático de simple y doble efecto.
 - Electroválvulas 5/2 y 5/3.
 - Encoder incremental
 - Variador de frecuencia
 - Compresor
 - RTD

Planteamiento del laboratorio

Las líneas de producción son empleadas en los procesos que tienen etapas secuenciales. En una línea de producción el trabajo total es dividido en estaciones de trabajo. Cada estación de trabajo tiene asignados un conjunto de operarios y máquinas para realizar las tareas con gran eficiencia.

La Línea de Producción del Laboratorio de Automatización de Procesos Industriales de la Universidad Pontificia Bolivariana está formada por cuatro estaciones de trabajo: pre-selección, clasificación, transporte y empaque de piezas cilíndricas. La Tabla 1 muestra el principio de operación y la función de cada una de las estaciones de trabajo.

Estación de trabajo	Operación	Función
Pre-selección	Manual	Control de Calidad. El operario comprueba las piezas y selecciona aquellas que cumplan con los requerimientos de calidad. Las imperfecciones encontradas son registradas empleando un lector de código de barras.
Clasificación	Automatizada	Clasificación de piezas por material y altura. Un conjunto de sensores mide la altura de las piezas. Las piezas con altura válida (14mm o 16mm) son llevadas a una banda transportadora, en la cual, se identifica el material de la cara superior (metal, aluminio o plástico) y se clasifican en los depósitos de almacenamiento correspondientes.
Transporte	Híbrida	Etiquetado y transporte de piezas. El operario debe recoger las piezas de los depósitos de almacenamiento y pegar la etiqueta de color en su cara inferior (sobre el tornillo) antes de ingresarla en la Estación de Transporte. Un robot cartesiano transporta las piezas etiquetadas hasta la banda de empaque o hasta el tablero de almacenamiento dependiendo del modo de operación previamente programado.
Empacado	Híbrida	Empacado de piezas. Las piezas que ingresan en la Estación de Empacado atraviesan la etapa de detección de color. Si el color detectado corresponde a una pieza válida para la orden de producción, la pieza continúa el recorrido hasta la etapa de sellado y corte de plástico.

Tabla 1. Funciones de las estaciones de trabajo

1. Estación de Empacado

La estación de Empacado está formada por dos etapas: detección de color y sellado-corte. En la Figura 1 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el diagrama de bloques de la Estación de Empacado y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Figura 2 se identifican las etapas de la Estación de Empacado.



Los gabinetes de paso mostrados en la Figura 2 contienen las electroválvulas, encargadas de la activación de los cilindros neumáticos, y las señales para la operación de resistencias de calentamiento, RTDs, motores, entre otros.



Las piezas ingresan a la estación de empaque a través de la banda transportadora ③ que comunica con la estación de transporte. Un cilindro neumático ⑤ detiene el recorrido de la pieza para la verificación del sensor de color ④. Luego, un conjunto de sensores fotoeléctricos ⑥ y cilindros neumáticos realizan el Rechazo por Color (piezas con color no reconocido) y el Rechazo por Orden (piezas con color válido que no corresponden a la orden de producción).

La velocidad del motor ① es ajustada empleando un variador de frecuencia; el encoder ② mide la velocidad de la banda transportadora ③ de empaqueo y los interruptores magnéticos ⑦ permiten controlar el estado de los cilindros neumáticos (Ver Figura 3).

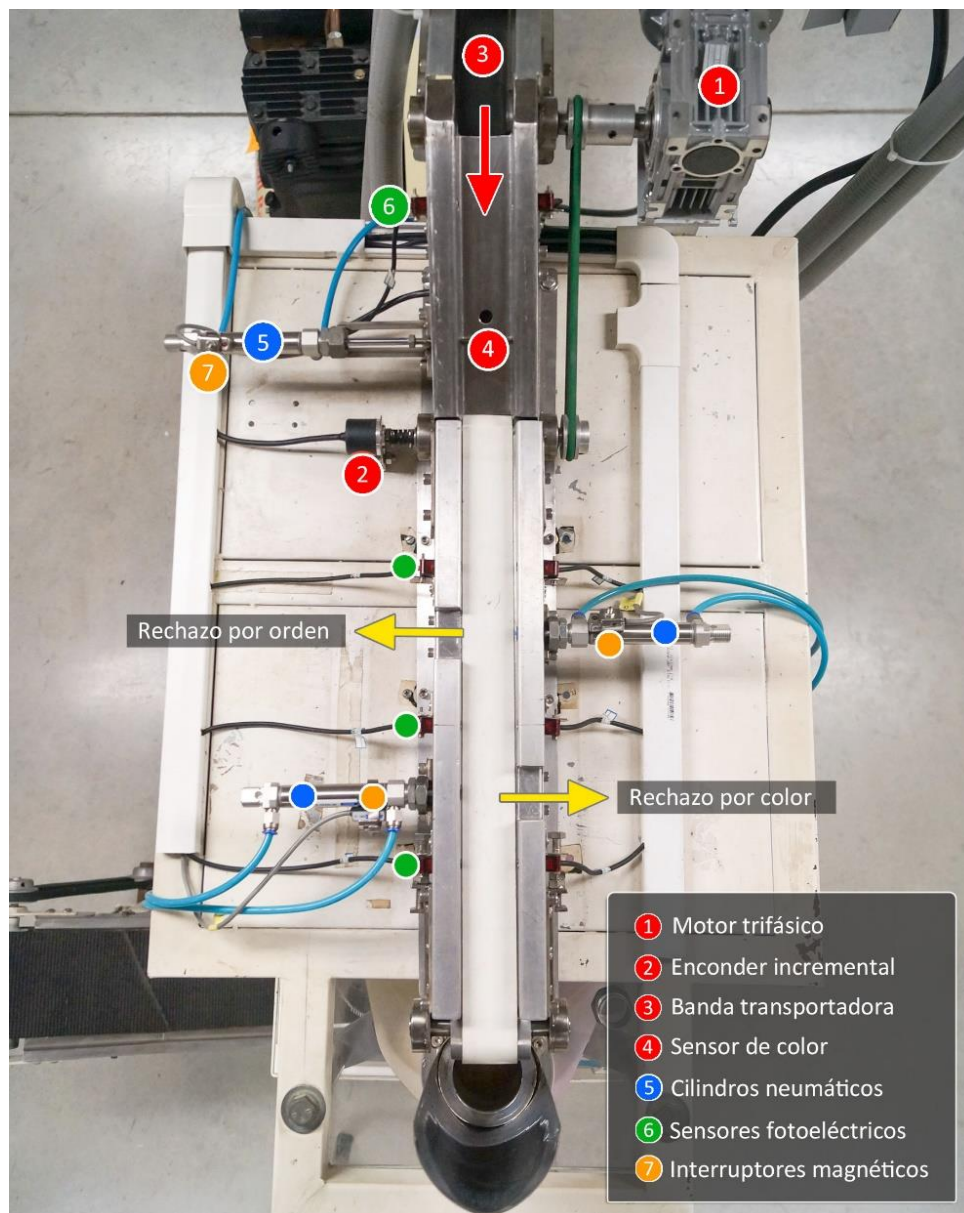


Figura 3. Sistema de Detección de Color

En la Figura 4 se muestran los elementos del sistema de detección de color.

① Motor de inducción trifásica
MS7124

② Encoder rotatorio incremental
Autonics E30S4-1024-3-T-2A

④ Sensor de color
Tri-tronics smarteye CW-1



Figura 4. Elementos del sistema de detección de color

1.2. Sellado y corte

Las piezas válidas para la orden de producción continúan en la banda transportadora y caen sobre un cilindro de polipropileno cubierto de plástico. Una unidad se encarga del sellado vertical del plástico ① y otra del sellado horizontal y corte ② (Ver Figura 5). El producto final es recogido por una banda transportadora ④ acoplada a un motor trifásico ⑤.

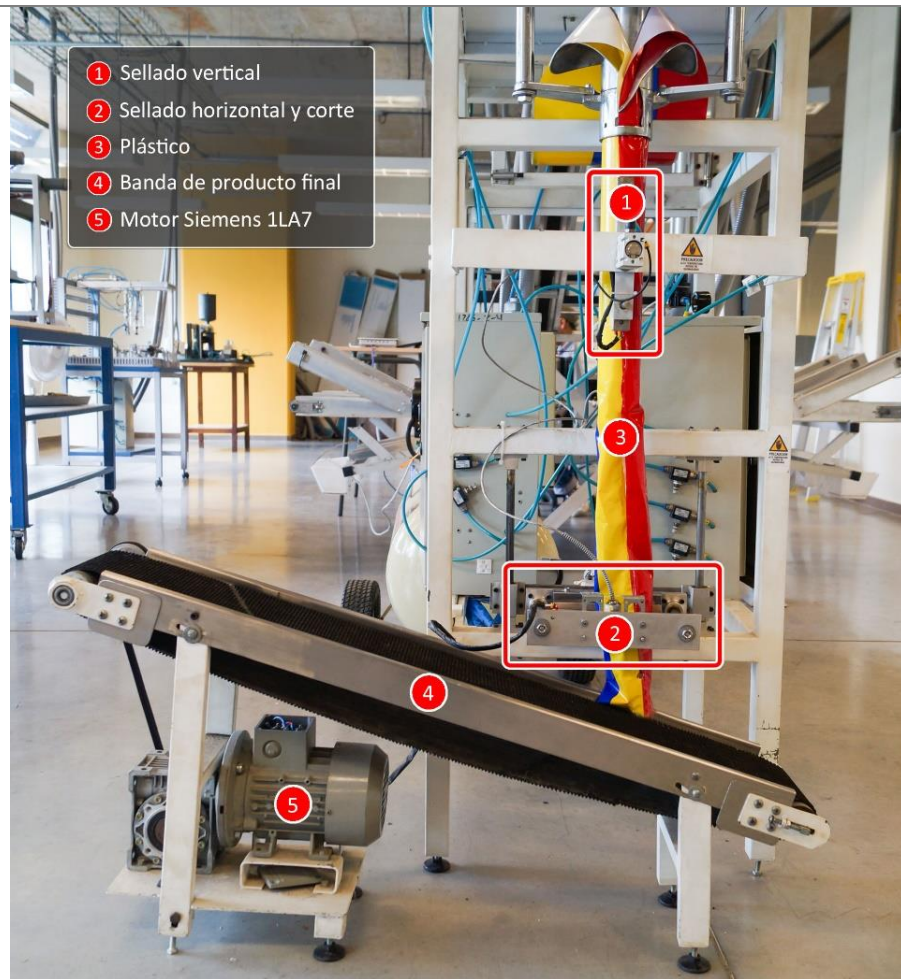


Figura 5. Sistema de sellado y corte

1.2.1. Sellado Vertical

Esta unidad se encarga del sellado vertical del plástico. Se activa cuando se han completado las piezas correspondientes a un paquete de la orden de producción.

La unidad de sellado vertical está formada por una resistencia de calentamiento ①, una RTD Pt-100 ② y un cilindro neumático de simple efecto ③ (ver Figura 6 y Figura 7).



Figura 6. Unidad de Sellado vertical

① Resistencia de calentamiento vertical	② Sensor de temperatura RTD Pt-100	③ Cilindro neumático Simple efecto AirTAC MSD-20x20-S
		

Figura 7. Elementos del sistema de sellado vertical

1.2.2. Sellado horizontal y corte

Esta unidad se encarga del sellado horizontal y corte del plástico. Se activa una vez ha finalizado el sellado vertical.

La unidad de sellado horizontal y corte está formada por una resistencia de calentamiento ①, una RTD Pt-100 ②, dos cilindros neumáticos ③-④ y cuatro interruptores magnéticos ⑤ (ver Figura 8 y Figura 9). Para realizar el corte, el tiempo de

exposición entre el plástico y la resistencia de calentamiento es mayor que el tiempo utilizado para el sellado vertical.

Durante el sellado y corte, el cilindro ③ desplaza el plástico para que entre en contacto con la resistencia de calentamiento ①, mientras que, el cilindro ④ se encarga del movimiento vertical de la unidad de sellado horizontal. Los interruptores magnéticos ⑤ permiten controlar el estado de los cilindros neumáticos.

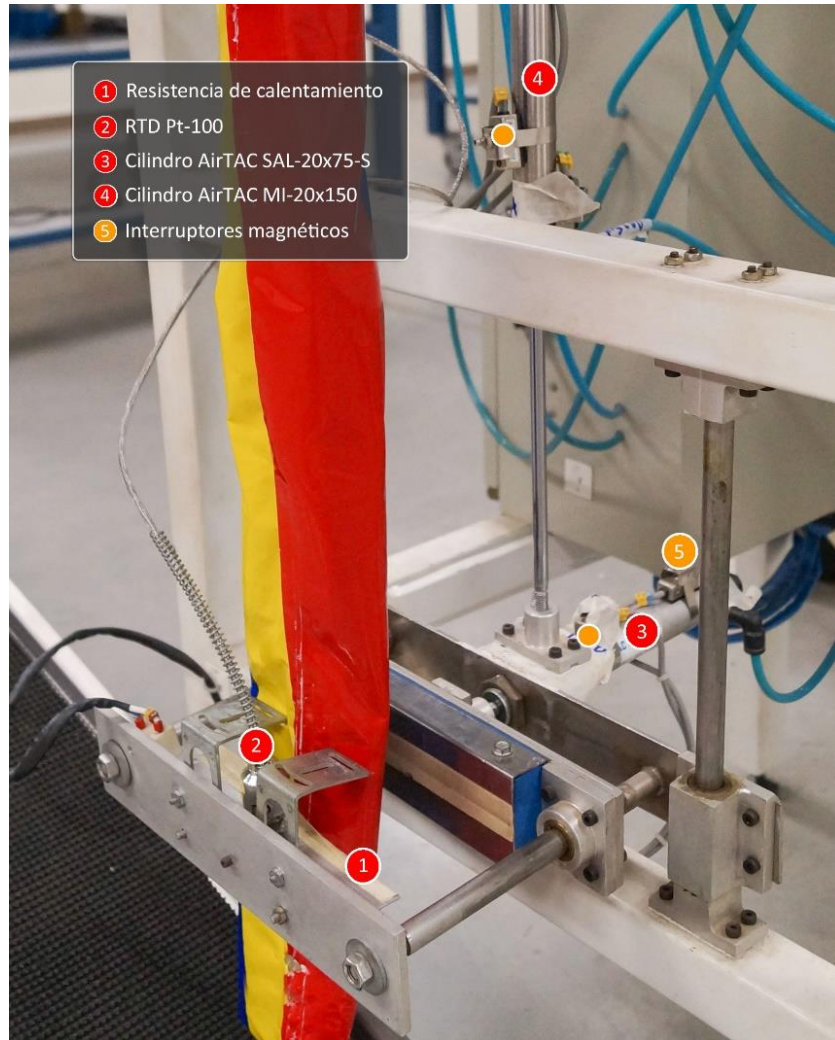


Figura 8. Unidad de sellado horizontal y corte

① Resistencia de calentamiento horizontal

② Sensor de temperatura RTD Pt-100

③ Cilindro neumático AirTAC SAL-20x75-S

		
④ Cilindro neumático AirTAC MI-20x150	⑤ Interruptor magnético (x4) AirTAC CSU-1 Para posición de cilindros ③ y ④	Electroválvula 5/3 vías AirTAC 4V130C-06 para activación de cilindro ③
		
Electroválvula 3/2 vías AirTAC 3V210-06-NC para activación de cilindro ④		
		

Figura 9. Elementos de sellado horizontal y corte

1.3. Motor banda transportadora de producto final

Los paquetes sellados son recogidos por una banda transportadora. El motor de inducción trifásica acoplado a la banda de producto final se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Motor banda transportadora de producto final

2. Nivel de Control

El nivel de control de la Línea de Producción está distribuido en distintos gabinetes como se muestra en la Figura 11.

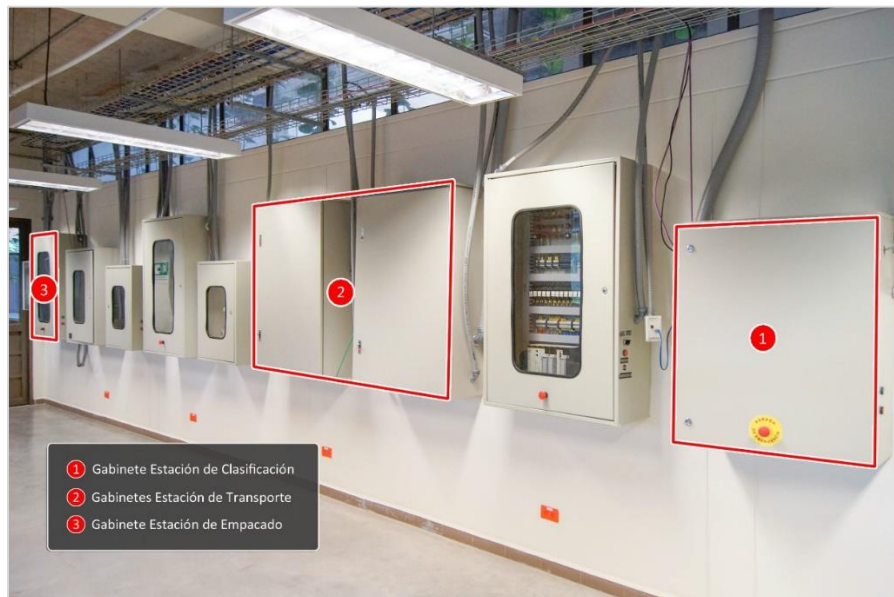


Figura 11. Cuarto de control de la línea de producción

El gabinete de la Estación de Empacado está compuesto por varios elementos: fuente de alimentación, controlador, módulos de entradas-salidas, módulo de comunicaciones, etapa de acondicionamiento de señal, variador de frecuencia, entre otros. Para efectos de esta práctica de laboratorio, solamente se utilizan los elementos que se deben incluir en el P&ID (ver Figura 12).

PLC Siemens S7-300 CPU315F-2 PN/DP	Variador de frecuencia Danfoss FC301
	
Unidad central de procesamiento de la Estación de Empacado	Control de velocidad del motor de la empacadora

Figura 12. Elementos representativos del nivel de control

3. Sistema de alimentación de aire

El sistema de alimentación neumática está formado por un compresor con capacidad máxima de 135 PSI y mangueras de 6mm de diámetro que suministran el aire comprimido a todos los elementos neumáticos. La alimentación de los dispositivos neumáticos es ajustada mediante una válvula reguladora de presión a 100 PSI. En la Figura 13 se muestran los elementos del sistema de alimentación de aire.



Figura 13. Elementos del sistema de alimentación de aire

Ejemplo lazo de control

En la Figura 14 se muestra un plano de proceso que sirve como guía para la construcción del P&ID de la práctica de laboratorio.

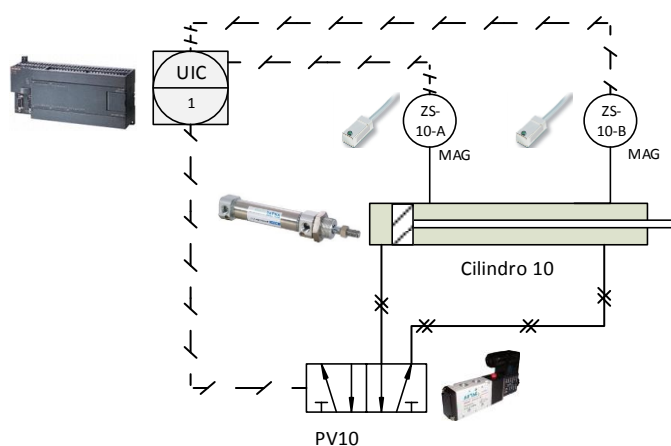


Figura 14. Plano de proceso de un lazo de control

Nota: Las imágenes de los instrumentos que se muestran en este plano sirven como elementos de referencia para el estudiante pero NO deben incluirse en el P&ID Final.

Actividades a desarrollar

→ Revisar el planteamiento de la práctica e identificar la instrumentación.

- Listar todos los elementos del proceso: sensores, actuales, elementos de control y señales de instrumentación.
- Observar la operación del proceso y describir los lazos de control identificados. La descripción debe incluir la instrumentación involucrada, la funcionalidad del lazo y especificar si el lazo de control es abierto o cerrado.
- A partir de los lazos identificados, construir el P&ID de la Estación de Empacado basado en la norma ANSI/ISA 5.1 2009

Entregables

Elaborar un informe de la práctica de laboratorio. El informe debe cumplir con las normas técnicas colombianas para la presentación de trabajos escritos (NTC-1486). El informe no debe exceder las 10 páginas. La estructura del informe debe ser similar al orden de las actividades a desarrollar.

Bibliografía para consultar

A Creus, Instrumentación Industrial, Octava edición, Alfaomega, 2010.

A. Rodríguez Penin, Sistemas SCADA, Tercera edición, México: Alfaomega, 2013.

AMERICAN NATIONAL STANDARD. Instrumentation and Identification Symbols ANSI/ISA-5.1-2009, 18 September 2009.