



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MATERIA
DOCENTE:
SEMESTRE:

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

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 Clasificación 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 Clasificación.
- Construir un P&ID de la Estación de Clasificación 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:
 - Señal discreta y señal analógica.
 - Sensor réflex, inductivo y fotoeléctrico.
 - Interruptor magnético
 - Electroválvulas 5/2 y 5/3.
 - Cilindro neumático de simple efecto y doble efecto
 - Variador de frecuencia
 - Encoder incremental
 - Compresor

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 empackado 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 empackado 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 Clasificación

La Estación de Clasificación está formada por cinco etapas. En la Figura 1 y la Figura 2 se muestran el diagrama de bloques de la Estación de Clasificación y la identificación de las etapas en la Línea de Producción.



Figura 1. Diagrama de bloques de la Estación de Clasificación

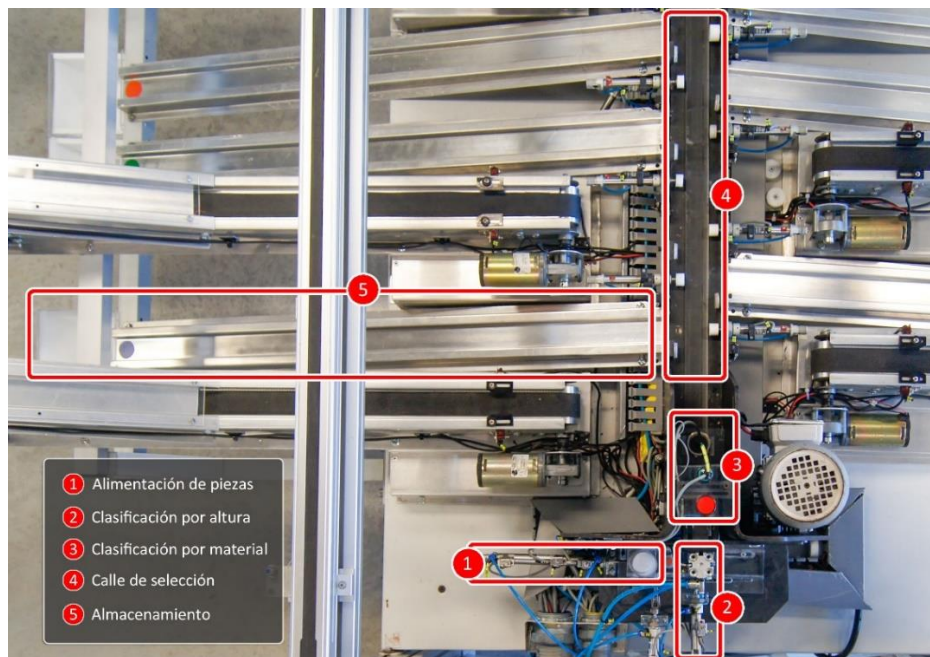


Figura 2. Etapas de la Estación de Clasificación

1.1. Alimentación de Piezas

Las piezas cilíndricas son introducidas por el operario en el cilindro de alimentación con la cara del material hacia arriba (ver Figura 3). Un sensor réflex ① detecta la pieza e inicia el conteo del tiempo de preparación del sistema. Finalizado el tiempo de preparación, el cilindro de retención ③ abre la compuerta de acrílico para que el cilindro de alimentación ② desplace la pieza hacia el sistema de clasificación por altura. Los interruptores magnéticos ④ permiten controlar el estado de los cilindros neumáticos.

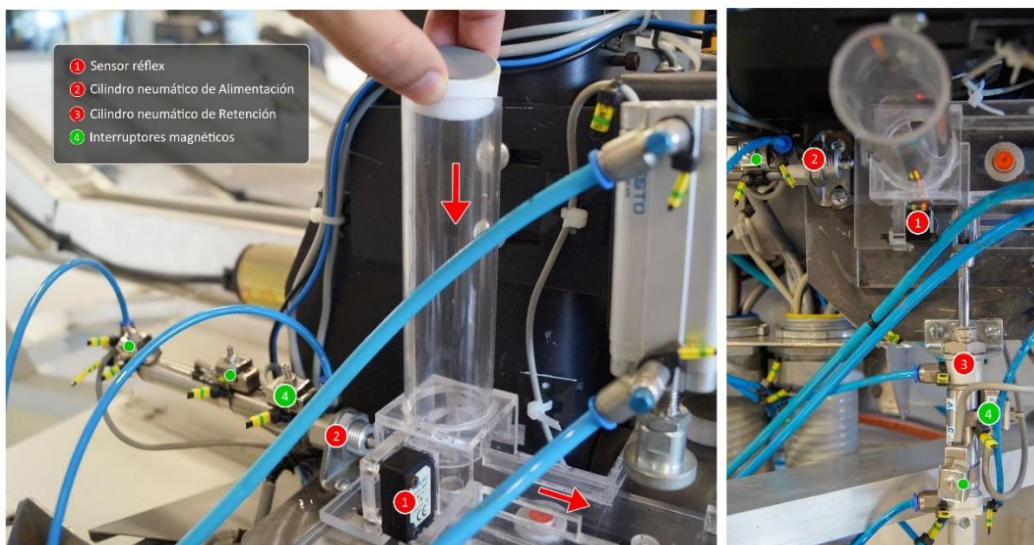


Figura 3. Sistema de alimentación de piezas

En la Figura 4 se muestran los elementos del sistema de clasificación de piezas.

① Sensor réflex Festo SOEG-RSP-Q20-PS-S-2L	② Cilindro neumático doble efecto A.r.t CIA16150	③ Cilindro neumático doble efecto Airtac MI 16x125
		
④ Interruptor magnético (x5) AirTAC CSU-1 para posición de cilindro ② y ③	Electroválvula 5/3 vías AirTAC 4V230C-06 para activación de cilindro ②	Electroválvula 5/2 vías AirTAC 4V210-06 para activación de cilindro ③
		

Figura 4. Elementos del sistema de alimentación de piezas

1.2. Clasificación por Altura

El sistema de Clasificación por Altura utiliza tres elementos para determinar la altura de la pieza: un cilindro compacto ①, un sensor de proximidad ② y un transmisor de posición ③. El sensor de proximidad y el transmisor de posición están ubicados en el cuerpo del cilindro; el sensor de proximidad es usado como punto de referencia, mientras que, el transmisor de posición mide el desplazamiento del vástago del cilindro compacto para determinar la altura de la pieza.

El sistema considera piezas válidas aquellas que están dentro de los siguientes rangos de altura: 13.5mm-14.5mm (para piezas de 14mm) y 15.5mm-16.5mm (para piezas de 16mm). Las piezas con altura válida son llevadas al sistema de Clasificación por Material empleando un cilindro neumático ⑤ (ver Figura 5).

Este sistema también cuenta con un sensor inductivo ④ que permite realizar dos tipos de rechazo: piezas sin tornillo en su cara inferior y piezas invertidas.

En la

① Cilindro compacto doble efecto Festo ADVU-20-50-A-P-A	② Sensor de proximidad Festo SME-8-K-LED-24	③ Transmisor de posición Festo SMAT-8M
---	--	---

		
④ Sensor Inductivo Autonic PR12-4DP	⑤ Cilindro neumático doble efecto Airtac MI 16x125	⑥ Interruptor magnético (x2) Airtac CSU-1 Para posición de cilindro ⑤
		
Electroválvula 5/3 vías FESTO para activación de cilindro ①	Electroválvula 5/3 vías Airtac 4V230C-06 para activación de cilindro ⑤	
		

Figura 6 se muestran los elementos del sistema de Clasificación por Altura. Los interruptores magnéticos ⑥ permiten controlar el estado de los cilindros neumáticos.

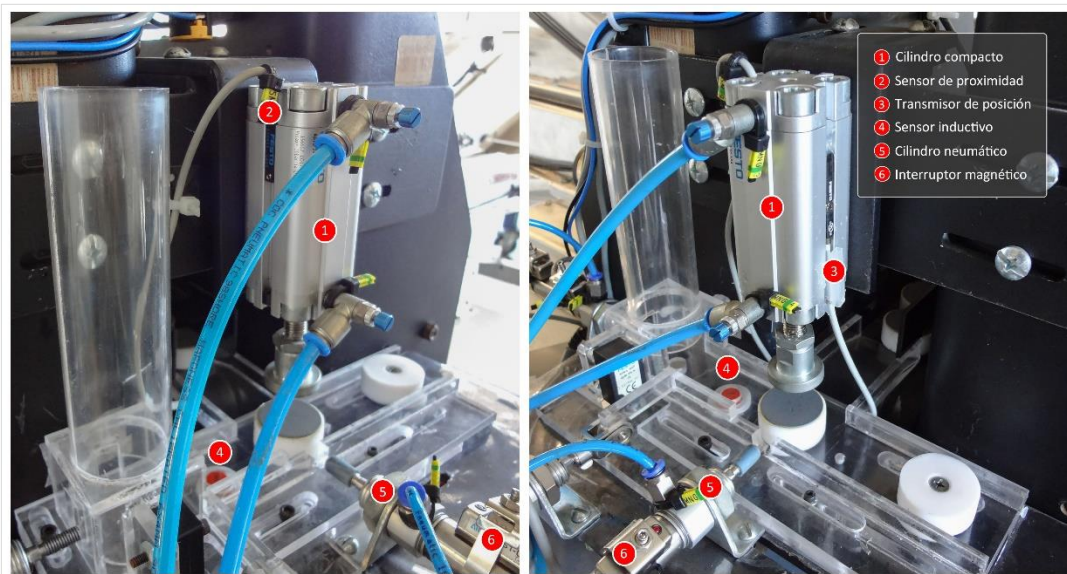


Figura 5. Sistema de clasificación por altura

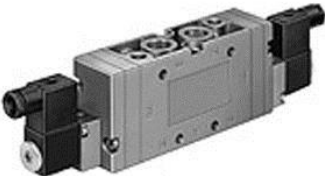
① Cilindro compacto doble efecto Festo ADVU-20-50-A-P-A 	② Sensor de proximidad Festo SME-8-K-LED-24 	③ Transmisor de posición Festo SMAT-8M 
④ Sensor Inductivo Autonics PR12-4DP 	⑤ Cilindro neumático doble efecto Airtac MI 16x125 	⑥ Interruptor magnético (x2) Airtac CSU-1 Para posición de cilindro ⑤ 
Electroválvula 5/3 vías FESTO para activación de cilindro ① 		Electroválvula 5/3 vías Airtac 4V230C-06 para activación de cilindro ⑤ 

Figura 6. Elementos del sistema de clasificación por altura

1.3. Clasificación por Material

Dos sensores situados en el recorrido de las piezas determinan el material de la cara superior. Un sensor fotoeléctrico ① es utilizado para la detección del aluminio y un sensor inductivo ② para la detección del metal (ver Figura 7). Si ninguno de los sensores registra actividad en el recorrido de la pieza, el material se considera plástico.

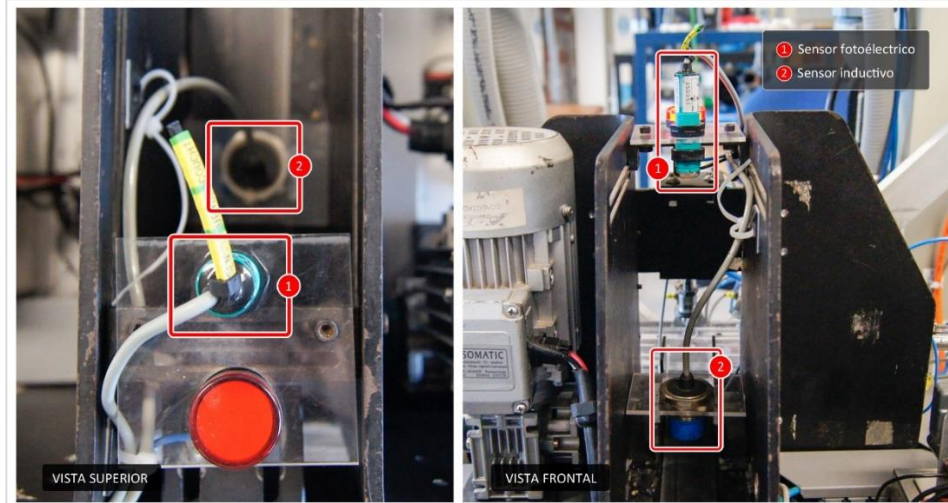


Figura 7. Sistema de clasificación por material

Los elementos del sistema de clasificación por material se muestran en la Figura 8.



Figura 8. Elementos del sistema de clasificación por material

1.4. Calle de Selección

La calle de selección está formada por una banda transportadora ①, un motor de inducción trifásico ②, un encoder incremental ③, ocho sensores réflex ④, ocho cilindros neumáticos ⑤ y ocho sensores de proximidad magnéticos ⑥ (ver Figura 9). Los sensores réflex ④ detectan el paso de las piezas y activan el cilindro neumático ⑤ correspondiente para llevar la pieza a su depósito de almacenamiento. El encoder ③ es utilizado para medir la velocidad de la banda transportadora. Los sensores de proximidad ⑥ permiten controlar el estado de los cilindros neumáticos.

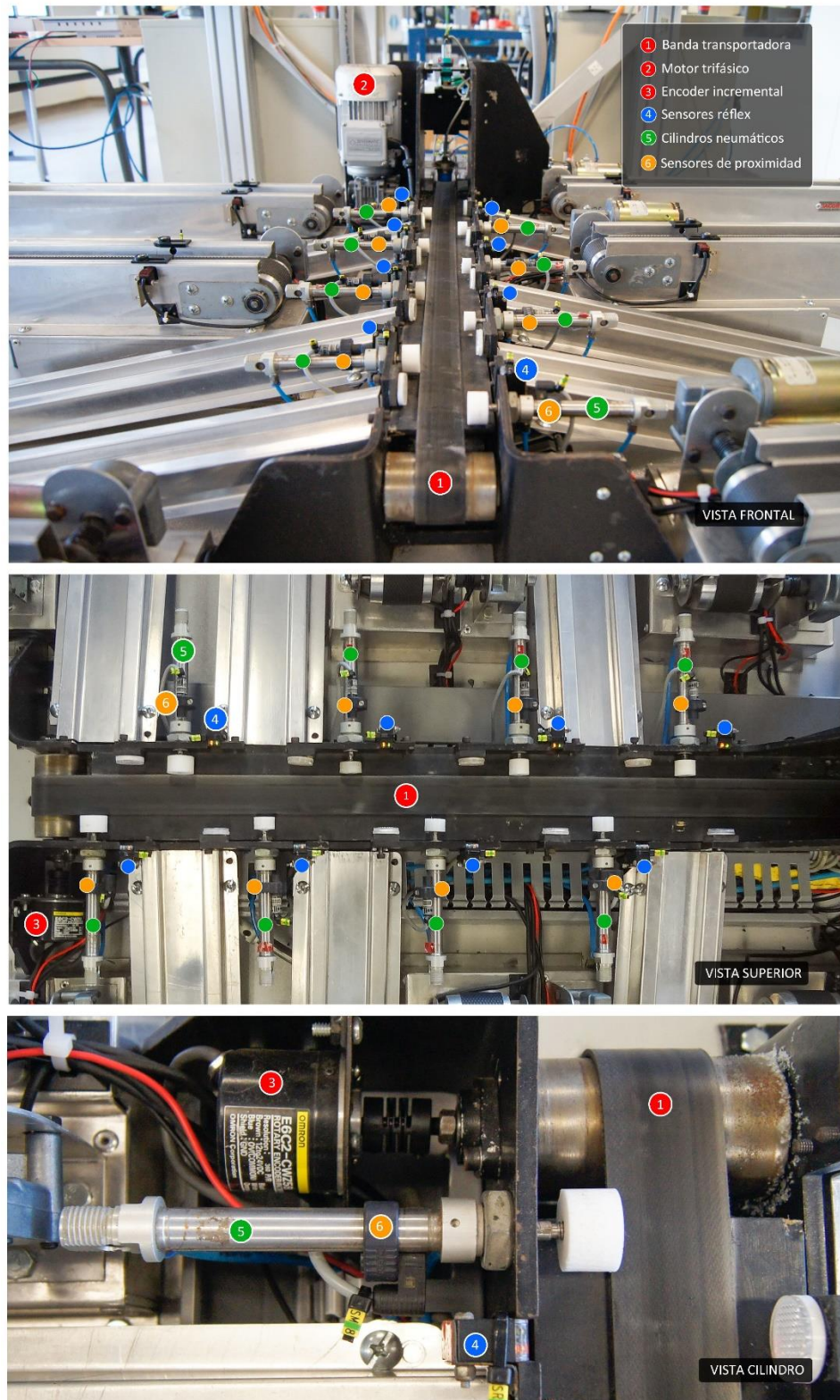


Figura 9. Calle de selección

Los elementos de la calle de selección se muestran en la Figura 10.

② Motor de inducción trifásico Y2-632-4 (B14) 	③ Encoder rotatorio incremental Omron E6C2-CWZ5B 	④ Sensor réflex (x8) Festo SOEG-RSP-Q20-PS-S-2L 
⑤ Cilindro neumático (x8) doble efecto Airtac MI 16x25 	⑥ Sensor de proximidad (x8) Festo SMEO-4U-K-LED-230 para posición de cilindros ⑤ 	Electroválvulas 5/2 vías (x8) Festo CPV-SC-MP-VI para activación de cilindros ⑤ 

Figura 10. Elementos de la calle de selección

1.5.Almacenamiento

El sistema de almacenamiento está formado por seis canales y seis depósitos. Cada conjunto de canal-depósito está identificado con un color que corresponde a una combinación de material y altura como se muestra en la Figura 11 y en la Tabla 2.

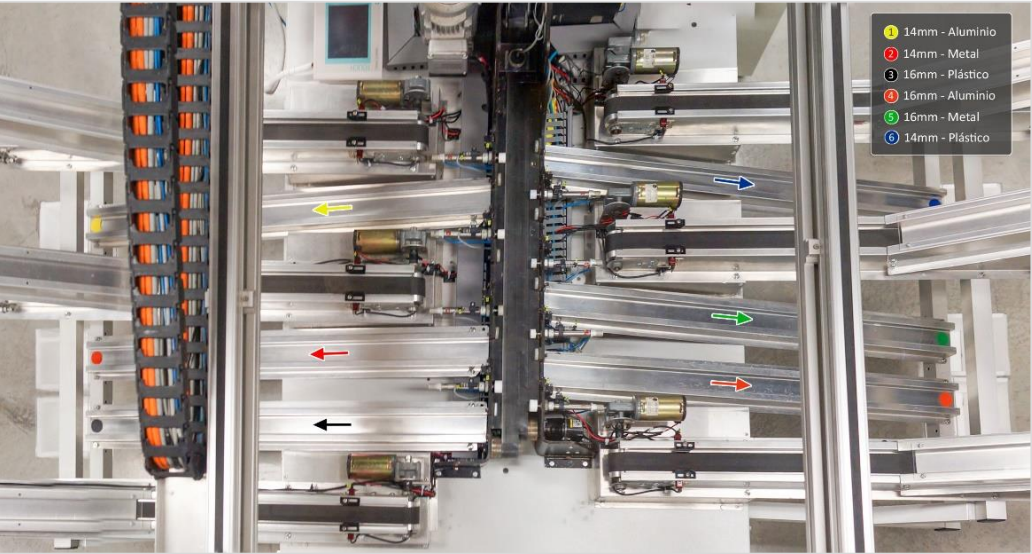


Figura 11. Sistema de almacenamiento

Depósito	Color	Material	Altura
1	Amarillo	Aluminio	14mm
2	Rojo	Metal	14mm
3	Negro	Plástico	16mm
4	Naranja	Aluminio	16mm
5	Verde	Metal	16mm
6	Azul	Plástico	14mm

Tabla 2. Clasificación de piezas

Los depósitos son cajas de acrílico en las cuales se almacenan las piezas clasificadas. En la Figura 12 se muestran los depósitos 2 y 3 que corresponden a los colores rojo y negro.

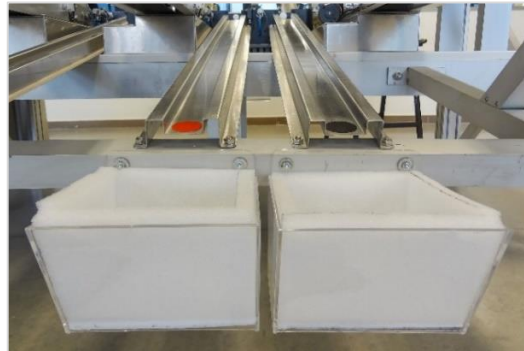


Figura 12. Depósitos de almacenamiento

2. Nivel de Control

El nivel de control de la Línea de Producción está distribuido en distintos gabinetes como se muestra en la Figura 13.

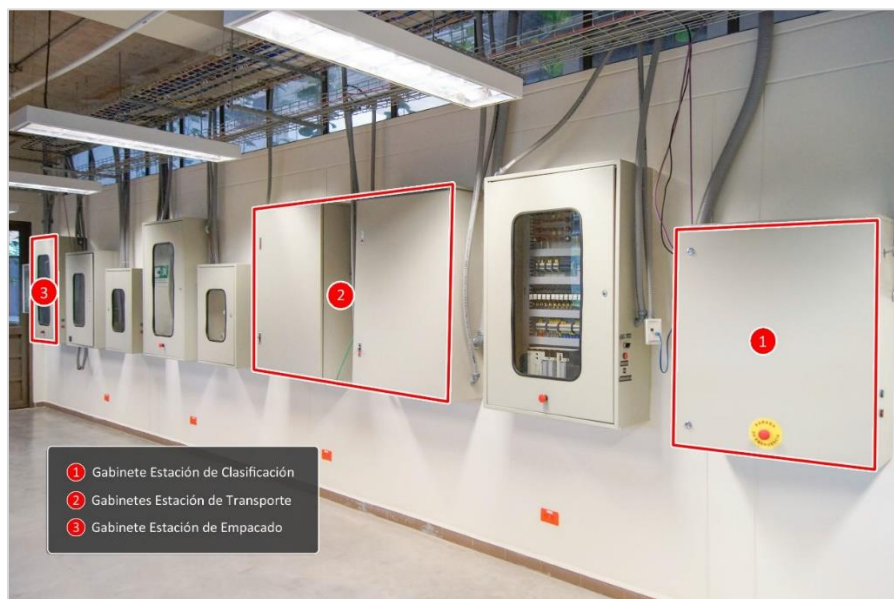


Figura 13. Cuarto de control de la línea de producción

El gabinete de la Estación de Clasificación está compuesto por varios elementos: fuentes de alimentación, controlador, módulos de entradas-salidas, módulo de Ethernet, etapa de acondicionamiento de señal, variador de frecuencia, entre otros. Para efectos de esta práctica de laboratorio, solamente se muestran los elementos que se deben incluir en el P&ID (ver Figura 14).



Figura 14. Elementos representativos del nivel de control

3. Sistema de alimentación de aire

El sistema de alimentación neumático 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 15 se muestran los elementos del sistema de alimentación de aire.



Figura 15. Elementos del sistema de alimentación de aire

4. Pulsadores y parada de emergencia

La estación de Clasificación tiene dos pulsadores que realizan las tareas de INICIO ① y PARADA ② del proceso. El interruptor ③ es utilizado como parada de emergencia (ver Figura 16).



Figura 16. Elementos de inicio, parada y parada de emergencia

Ejemplo de lazo de control

En la Figura 17 se muestra un plano de proceso que sirve como guía para la construcción del P&ID de la práctica.

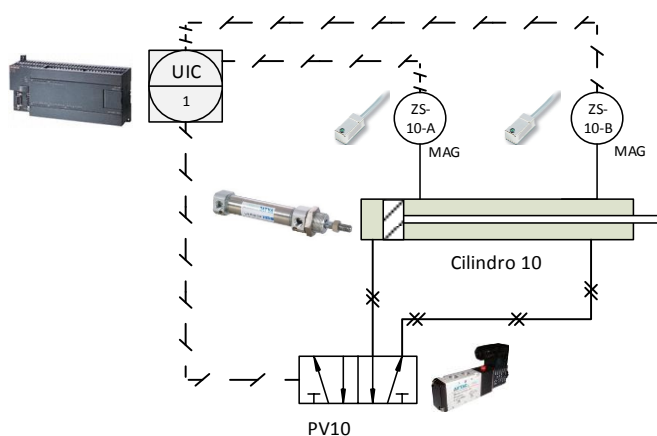


Figura 17. Plano de proceso de un lazo de control

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 Clasificación 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.