



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MATERIA
DOCENTE:
SEMESTRE:

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

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 Transporte 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 Transporte.
- Construir un P&ID de la Estación de Transporte 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

Ejemplo lazo de control

En la Figura 1 se muestra un plano de proceso que sirve como guía para la construcción del P&ID de la práctica de laboratorio.

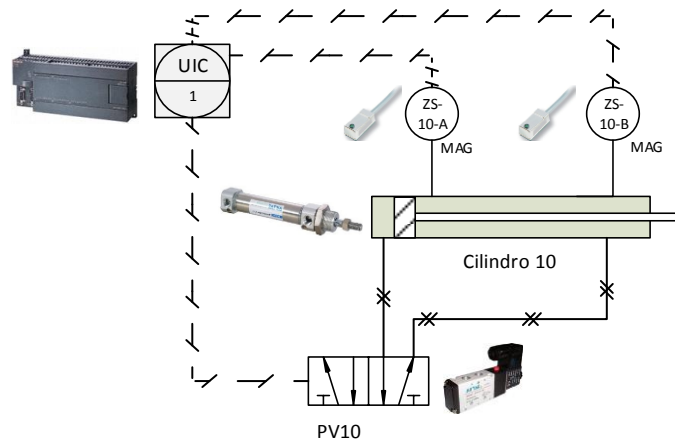


Figura 1. Plano de proceso de un lazo de control

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.

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:
 - Motorreductor
 - Sensor fotoeléctrico
 - Sensor de proximidad magnético
 - Sensor de proximidad inductivo
 - Generador de vacío
 - Motor paso a paso y servomotor
 - Compensador de altura
 - Resolver
 - 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 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 Transporte

La estación de Transporte está formada por dos etapas: etiquetado y transporte. En la Figura 2 se muestra el diagrama de bloques de esta Estación. Dependiendo del modo de operación programado: manual o automático, el robot cartesiano lleva las piezas hasta el tablero de almacenamiento o hasta la banda transportadora de empaque.

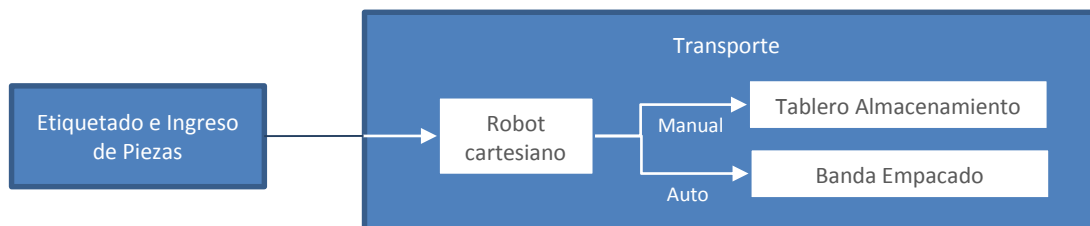


Figura 2. Diagrama de bloques de la Estación de Transporte

En la Figura 3 se muestran los elementos principales de la Estación de Transporte. La pieza etiquetada debe ser ingresada por el operario a través de los canales de alimentación ④. El robot cartesiano ① recoge las piezas de las bandas transportadoras ⑤ y las lleva hasta el tablero de almacenamiento ② o hasta la banda transportadora de empaqueo ③, dependiendo del modo de operación.

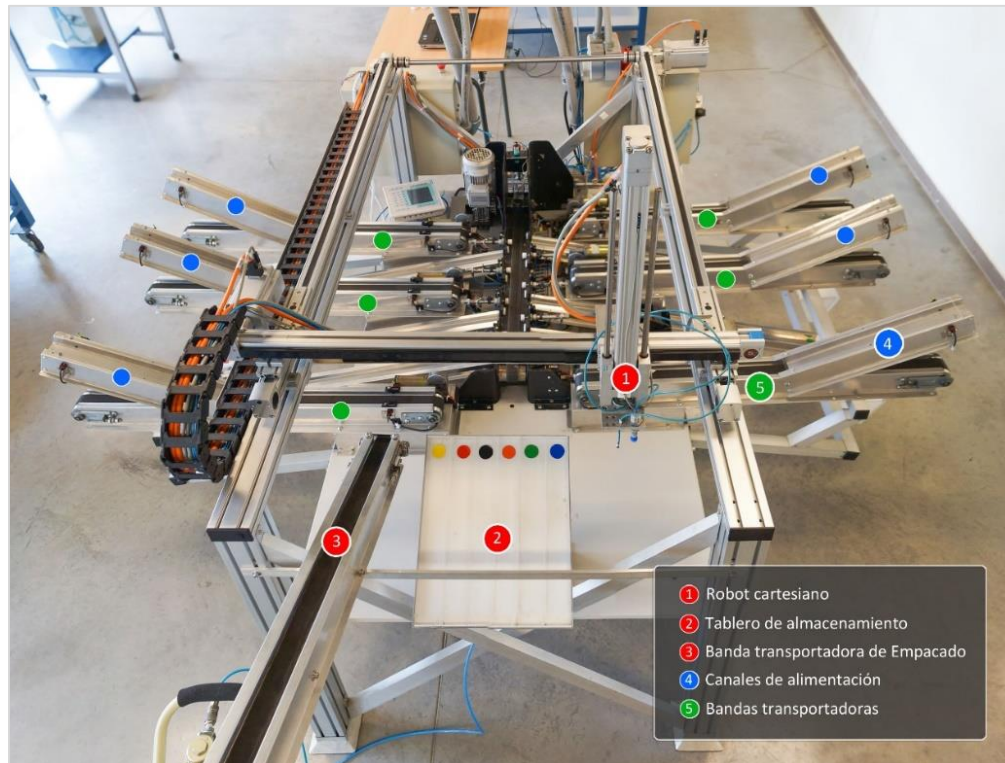


Figura 3. Estación de Transporte

1.1. Etiquetado de Piezas

Las piezas deben ser etiquetadas con el adhesivo de color que corresponda a su depósito de almacenamiento. El material empleado para el etiquetado de piezas es papel contact. En la Figura 4 se muestran los colores empleados.

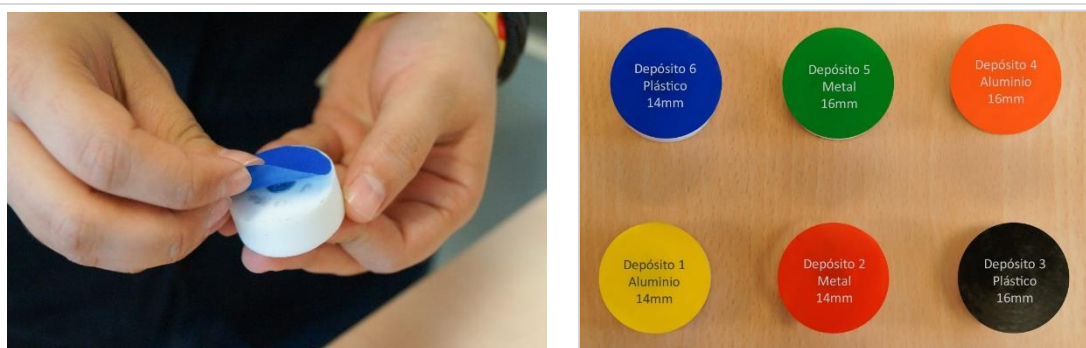


Figura 4. Etiquetado de piezas

1.2. Ingreso de Piezas

En la Figura 5 se muestra la etapa de ingreso de piezas a la Estación de Transporte. El operario debe tomar la pieza etiquetada del depósito de almacenamiento ⑤ y llevarla hasta la entrada del canal de alimentación ①. Al ingresar al canal, un sensor fotoeléctrico ② detecta el paso de la pieza y activa el motorreductor ④ para iniciar el recorrido de la pieza por la banda transportadora. Cuando la pieza llega al final de la banda, un sensor fotoeléctrico ③ desactiva el motorreductor y comunica al controlador la disponibilidad de pieza para ser transportada por el robot cartesiano.

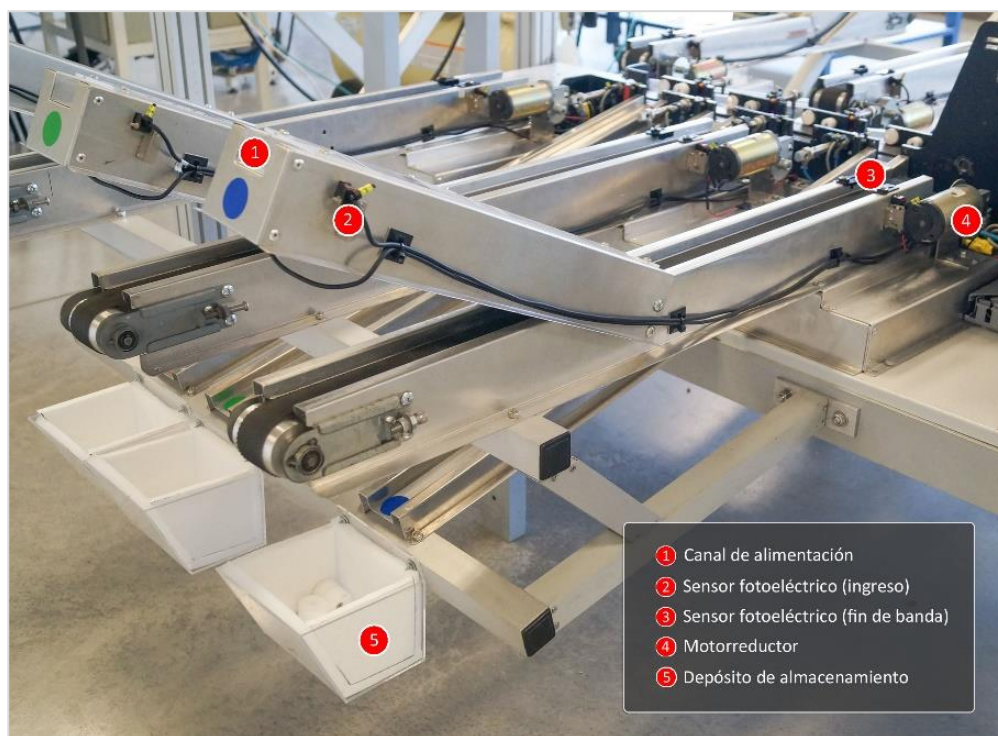


Figura 5. Ingreso de piezas a la estación de transporte

La Figura 6 contiene los elementos del sistema de ingreso de piezas: un motorreductor y dos sensores fotoeléctricos por cada canal de alimentación.

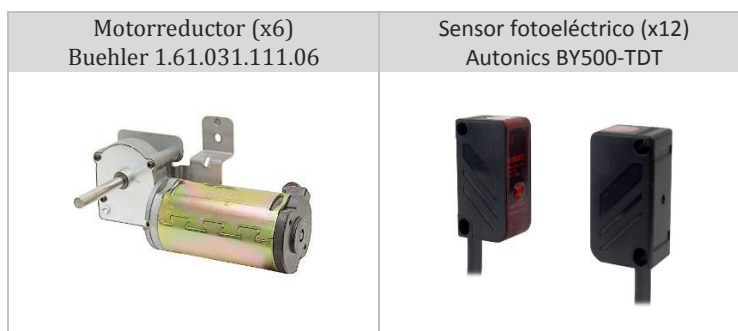


Figura 6. Elementos de Ingreso de Piezas

1.3. Robot Cartesiano

El robot cartesiano es un sistema puente grúa que permite el desplazamiento en los ejes X, Y y Z para recoger la pieza de los canales de alimentación y llevarlas hasta la banda transportadora de empackado o el tablero de almacenamiento. El robot cuenta con tres motores: dos motores paso a paso ① y ② para el movimiento en los ejes X-Y y un servomotor AC ③ para el movimiento en el eje Z; cada motor tiene asociado un resolver que obtiene con precisión la posición absoluta del eje del rotor.

El desplazamiento del cartesiano está limitado por un conjunto de sensores magnéticos e inductivos situados en los extremos de cada eje: dos sensores inductivos ④ determinan el desplazamiento máximo en el eje X, dos sensores magnéticos ⑤ el desplazamiento máximo en el eje Y y otros dos sensores magnéticos ⑥ el desplazamiento máximo en el eje Z (ver Figura 7).

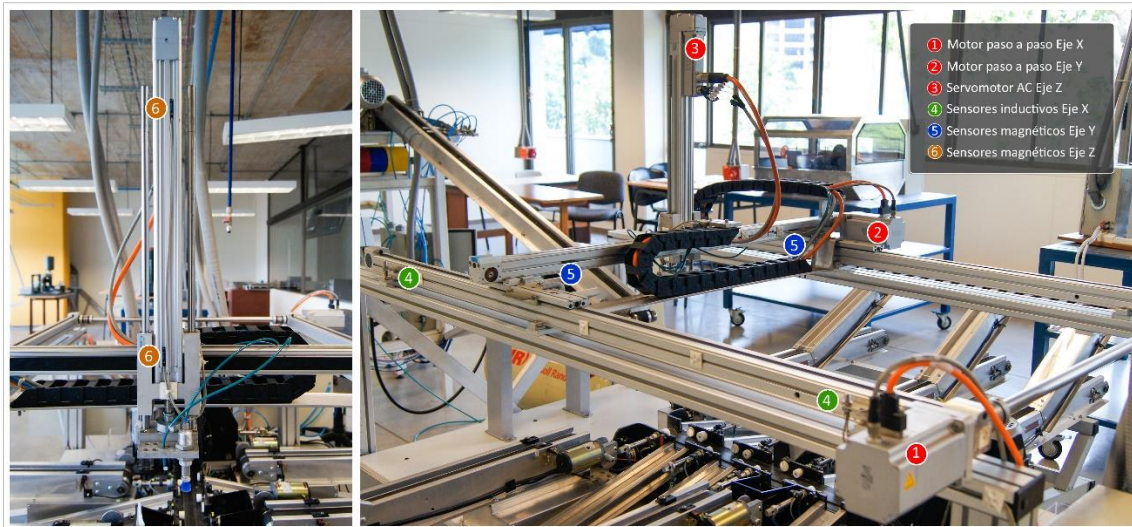


Figura 7. Robot Cartesiano

Los elementos del robot cartesiano se muestran en la Figura 8.

① Motor paso a paso para eje X Festo EMMS-ST-87-M-SE-G2	② Motor paso a paso para eje Y Festo EMMS-ST-87-M-SE	③ Servomotor AC para eje Z Festo MTR-AC-40-3S-AB
		

④ Sensor de proximidad inductivo (x2) Festo SIEN-M8B-PS-K-L	⑤ y ⑥ Sensor magnético de proximidad (x4) Festo SME-8-K-LED-24
	

Figura 8. Elementos del robot cartesiano

1.3.1. Generación de vacío del robot cartesiano

El sistema de generación de vacío para el transporte de piezas está formado por tres elementos: un generador de vacío con sistema de expulsión ①, encargado de crear aire comprimido, y un acople ventosa ③ y compensador de altura ② que sujeta la pieza durante el recorrido del cartesiano. El generador de vacío se encuentra instalado en uno de los gabinetes de paso.

En la Figura 9 y Figura 10 se muestran los elementos del sistema de generación de vacío del robot cartesiano.

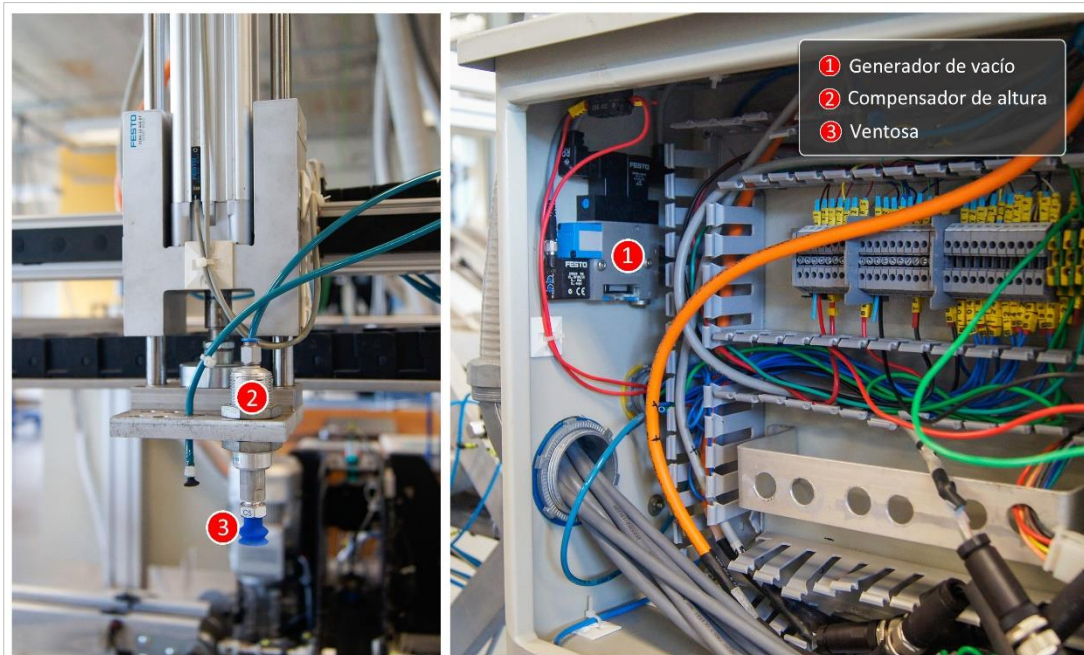


Figura 9. Generación de vacío del robot cartesiano

① Generador de vacío Festo VADMI-95-LS-P	② Height Compensator Festo VAL-1/8-10	③ Suction Cup Complete Festo VASB-30-1/8-NBR
		

Figura 10. Elementos del sistema de generación de vacío del robot cartesiano

1.4. Tablero de almacenamiento y banda de empackado

El robot cartesiano ① recoge la pieza de las bandas de alimentación y dependiendo del modo de operación programado las lleva hasta el tablero de almacenamiento ③ o hasta la banda transportadora ② que comunica con la Estación de Empacado (ver Figura 11).

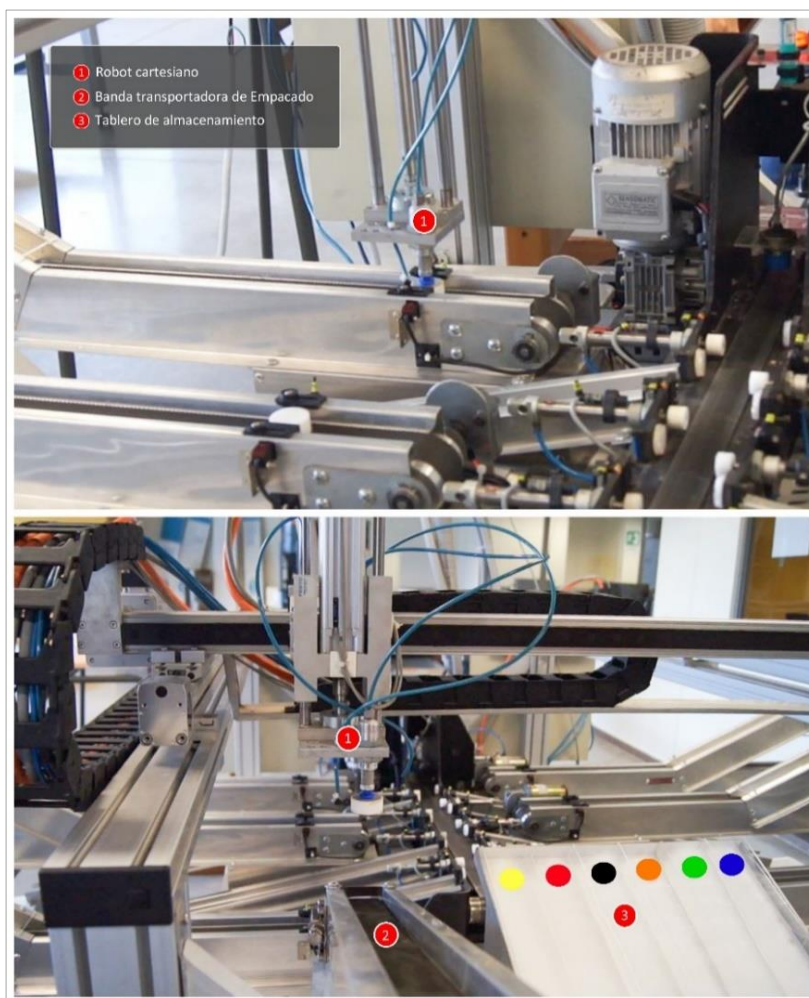


Figura 11. Tablero de almacenamiento y banda transportadora de empackado

2. Nivel de Control

El nivel de control de la Línea de Producción está distribuido en distintos gabinetes como se muestra en la Figura 12.

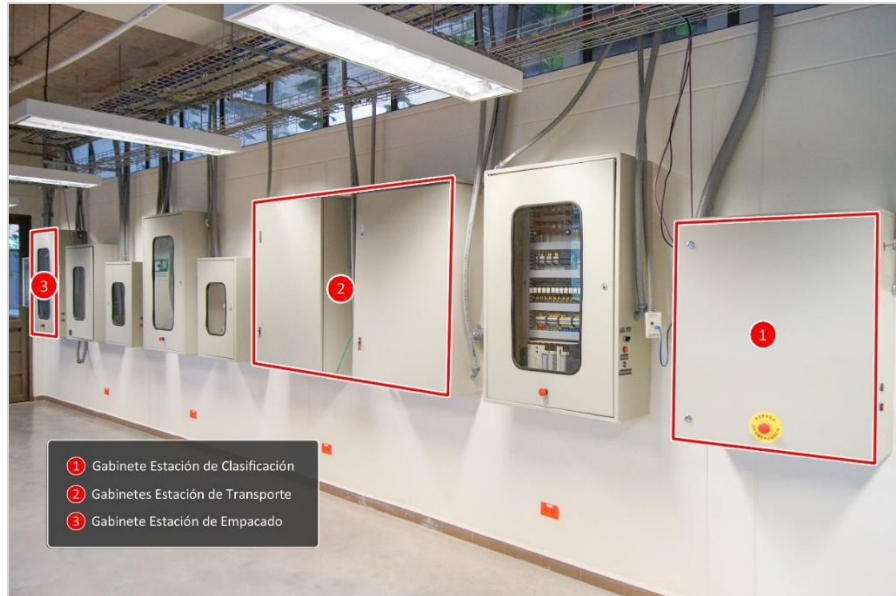


Figura 12. Cuarto de control de la línea de producción

Los gabinetes de la Estación de Transporte están compuesto por varios elementos: fuente de alimentación, controladores, módulos de entradas-salidas, módulo de comunicaciones, etapa de acondicionamiento de señal, entre otros. Para efectos de esta práctica de laboratorio, solamente se utilizan los elementos que se deben incluir en el P&ID (ver Figura 13).



Figura 13. Unidad central de procesamiento de la Estación de Transporte

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 14 se muestran los elementos del sistema de alimentación de aire.



Figura 14. Elementos del sistema de alimentación de aire

Actividades a desarrollar

- Revisar el planteamiento de la práctica e identificar la instrumentación.
- Listar todos los elementos del proceso: sensores, actuadores, 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 Transporte 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.