

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN PARA SUPERVISAR UN PROCESO INDUSTRIAL EN EL LABORATORIO DE HIDRÓNICA Y NEUTRÓNICA

Jaramillo Murrieta Mayra Tamara

tamaris.strike@hotmail.com

*Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE
Extensión Latacunga*

Resumen – El presente proyecto consiste en el diseño e implementación de un sistema de clasificación didáctico, donde el módulo es capaz de reconocer la presencia de una pieza de trabajo, identificar su color y tipo de material; posteriormente mediante una banda transportada se traslada hacia la rampas de clasificación, donde la pieza de trabajo es desviada por medio de los cilindros neumáticos y finalmente se lleva al almacenamiento del material hacia las rampas. El orden es programado y optimizado por el usuario que desarrolle la práctica de laboratorio de este equipo.

PALABRAS CLAVE: motores eléctricos, automatización industrial, neumática -sistema didácticos, controlador lógico programable (plc)

Abstract – The present project consists of the design and implementation of a teaching system of classification, where the module is able to recognize the presence of a piece of work, identify its color and type of material; subsequently by a transported band moved towards the ramps of classification, where the workpiece is diverted by means of pneumatic cylinders and eventually leads to the storage of the material down the ramps. The order is programmed and optimized by the user who developed the practice of laboratory of this equipment.

KEY WORDS: electric motors, industrial automation, pneumatic - teaching system, programmable logic controller (plc)

I. INTRODUCCIÓN

Prácticamente todas las industrias alrededor del mundo

poseen al menos un pequeño sistema automático, lo cual significa que la automatización es un área que está permanentemente en contacto con el hombre. Con el avance de la tecnología, los procesos industriales han sufrido grandes cambios y quienes están involucrados de una o de otra forma con el tema, deben estar permanentemente informados acerca de los nuevos productos, métodos de proceso, solución de fallas, sistemas de control, etc. La implementación de una banda transportadora para la simulación de procesos industriales, forma parte de un proceso continuo de transporte. [1]

Las bandas transportadoras son consideradas como sistemas que minimizan el trabajo que permite que grandes volúmenes sean movidos rápidamente a través de procesos, permitiendo a las empresas recibir volúmenes más altos con espacios de almacenamiento menores a un menor costo. El uso de las cintas transportadoras está aplicado especialmente al procesamiento de productos industriales, agroindustriales, agrícolas, mineros, automotrices, navales o farmacéuticos. [2]

Los sistemas de clasificación, vienen desempeñando un rol muy importante en los diferente procesos industriales y esta se debe a varias razones entre las que destacamos las grandes distancias a las que se efectúa el transporte, su facilidad de adaptación al terreno, su gran capacidad de transporte, la posibilidad de transporte diversos materiales tales como minerales, vegetales, combustibles, fertilizantes, materiales empleados en la construcción, etc. [3]

El control automático ha sido la base sobre la cual descansa el gran adelanto industrial de los países más poderosos del planeta. Es un hecho que con procesos automatizados, las industrias progresan en cuanto producen con mayor calidad y en menos tiempo, es decir, se hacen más competitivas. [3]

El Sistema de Producción Modular (MPS) de clasificación de piezas hace posible un aprendizaje más eficaz en condiciones reales de tiempo y contiene todos los conocimientos relevantes en cuanto a técnica, planificación, montaje, programación y puesta en funcionamiento, mantenimiento y localización de errores. El resultado es la adquisición de conocimientos técnicos bien fundamentados que servirán de base al alumno para las exigencias profesionales en el futuro. [4]

Los reductores de velocidad Consiste en un micromotor CC con una caja reductora, un motor de este tipo es una unidad motriz integral que incorpora un motor eléctrico y un reductor a base de engranajes, de manera que el armazón de uno soporta el del otro, ángulos diseños utilizan motores con extremos especiales en los árboles y montaje, o bien sólo éstos, en tanto que otros se adaptan a los motores standard. [5]

El sensor óptico genera una barrera a base de la emisión de un haz de luz infrarrojo, motivo por el cual este sensor se dedica a la detección de interferencias físicas o incluso a identificar colores y obtener distancias. Requieren de una fuente de luz el emisor y un detector. Los emisores producen rayos de luz en los espectros visibles e invisibles usando leds y diodos láser. Los detectores se construyen habitualmente usando fotodiodos y fototransistores. Se colocan de tal forma que puedan detectar si un objeto corta o refleja el rayo. [6]

Los actuadores neumáticos tienen como fuente de energía el aire. Entre este tipo de actuadores destacan los cilindros neumáticos, que pueden ser de simple o doble efecto, los motores neumáticos, formado por paletas rotativas o pistones axiales y las válvulas neumáticas y electro neumáticas. Los actuadores neumáticos presentan las

ventajas de que son baratos, rápidos, sencillos y muy robustos; pero requieren instalaciones especiales, son muy ruidosos y difíciles de controlar. [7]

II. METODOLOGÍA.

El objetivo del proyecto es diseñar e implementar un sistema de clasificación didáctico para supervisar un proceso industrial, mediante la construcción de una banda transportadora con la finalidad de que los estudiantes se familiaricen y actualicen sus conocimientos de manera teórica y práctica ya que los sistemas de transporte más utilizados en la industria son las bandas transportadoras; de igual forma dejar guías de laboratorio mediante las cuales el comprenda el funcionamiento de estos sistemas. Para el diseño de este módulo se tomó en cuenta varios aspectos realizando un análisis en base a lo propuesto se optó por construir un módulo que permita transportar y clasificar piezas de trabajo mediante una banda.

Para el diseño del módulo, primero se realizó los cálculos respectivos para seleccionar los elementos necesarios para la implementación: motoreductor, rodillo móvil y tensores, sensores, cilindros neumáticos, PLC, etc. Una vez finalizados los cálculos manuales, con la ayuda del programa SolidWork, se realizó el modelamiento y simulación de esfuerzos máximos, deflexiones máximas y mínimo factor de seguridad de los diferentes elementos que conforman el sistema de clasificación.

Uno de los principales parámetros que se obtuvo fue el factor de seguridad verificando que se cumplen con los factores establecidos, mediante el análisis de esfuerzos se obtiene un factor de seguridad entre 3 y 6, estando este valor dentro del permitido para estructuras con cargas estáticas, igual a 3.

III. CASO DE ESTUDIO

Mediante la aplicación de la metodología descrita anteriormente, en esta sección se procede al desarrollo y explicación de algunos de los parámetros más importantes que se aplicaron para la implementación del sistema de clasificación didáctico.

Se construyó un sistema conformado por una banda transportadora, mediante el cual se clasifica por medio de sensores las piezas de trabajo con capacidad de caracterizar el color y tipo de material, el proyecto se desarrolla partiendo del diseño mecánico donde dos actuadores neumáticos sirven para clasificar y trasportar las piezas y un motor para trasladar hacia las rampas clasificadoras. El sistema eléctrico se constituye mediante la selección de sensores para la identificación externa de la pieza y activación del motor a 24 V dc, electroválvulas para la activación de cilindros neumáticos a un voltaje de trabajo de 24 V dc. Y el sistema de control consta de un diagrama eléctrico-neumático y la programación del PLC.

a. Diseño mecánico

Como se detalló en las técnicas de diseño de los elementos mecánicos del sistema se los realizó mediante el programa SolidWorks, donde aplicado a los elementos obtenemos los análisis de esfuerzos máximos, deflexión máxima y el mínimo factor de seguridad y además permite tener un bosquejo del sistema antes de ser construido. El módulo diseñado en SolidWorks se muestra en la Figura 2, y en la tabla III, se detallan sus partes.

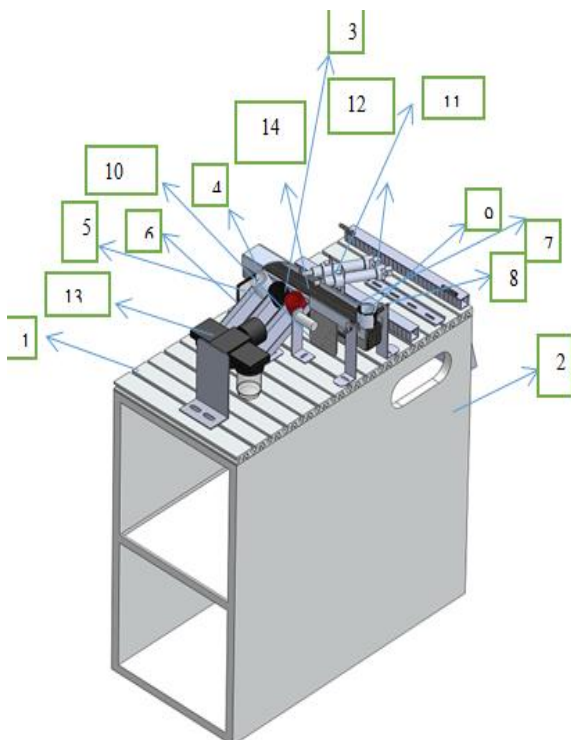


Figura 2. Módulo didáctico

Tabla III.

PARTES DEL MÓDULO DE CLASIFICACIÓN

1	Placa de aluminio	8	Sensor de presencia
2	Trole móvil	9	Sensor de color
3	Banda transportadora	10	Sensor espejo
4	Desviador	11	Cilindro desviador 1
5	Piezas didácticas	12	Cilindro desviador 2
6	Rampas de clasificación	13	Unidad FRL
7	Sensor inductivo	14	Motorreductor

a.1. Cálculo del motorreductor

Es el encargado de generar el movimiento rotatorio para la banda transportadora y permitir que las piezas sean clasificadas dependiendo de su característica como color o tipo de material, se seleccionó de la marca BOSCH de 24 Vdc. Este tipo de motorreductor posee un alto torque de salida, debido a que en su interior hay un sistema reductor compuesto por un engranaje sin fin, esta configuración es la que le otorga esta fuerza, pero la velocidad de salida es muy baja y maneja 2 velocidades. La Tabla I, presenta los datos técnicos del motorreductor. Considerando la longitud total de la banda y el tiempo que recorre se calcula la velocidad de la banda:

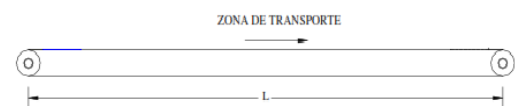


Figura 1. Longitud de la banda

$$v = \frac{e}{t} \quad \text{Ec.} \quad (3.1)$$

$$v = \frac{0,35 \text{ m}}{2,6 \text{ s}}$$

$$v = 0,134 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Considerando la potencia de entrada que necesita la caja reductora:

$$P_{SAL} = 15 W$$

$$P_{ENT} = \frac{P_{SAL}}{n} \quad \text{Ec.} \quad (3.2)$$

$$P_{ENT} = 30 W$$

$$P_{requerida} = \frac{P_{entrada}}{n} = 40 W \quad \text{Ec.} \quad (3.3)$$

Considerando situaciones como vibraciones, se toma un factor de servicio de bandas transportadoras para cargas ligeras:

$$P_{motor} = P_{requerida} * f_s \quad \text{Ec.} \quad (3.4)$$

$$P_{motor} = 48 W$$

TABLA I
DATOS TÉCNICOS DEL MOTOREDUCTOR

MOTOREDUCTOR	
Modelo	CDP
Tensión nominal	24 V
Corriente	3 A
Torque nominal	3 N.m
Velocidad nominal	23 rpm
Potencia	50 W

b. Diseño eléctrico

El circuito eléctrico está constituido por accesorios eléctricos seleccionados con la finalidad de controlar el sistema de clasificación ya sea en modo manual o automática; mediante el selector de tres posiciones, para realizar el proceso de transportar y clasificar las piezas didácticas hacia las rampas de clasificación.

b.1. Controlador lógico programable

Para la selección del PLC es que este disponga de una comunicación Ethernet, ya que se necesita que se comunique con una pantalla táctil y realizar una red Ethernet Industrial para poder comunicarse con otros sistemas modulares, además el número de entradas/salidas, una fuente de 24 VDC para alimentar a los sensores, actuadores y a la pantalla táctil.

Se seleccionó un PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1214C, el cual permite la comunicación Ethernet y conexión PLC-PC mediante el cual permite la descarga del programa así como la conexión del mismo con una interfaz HMI a un switch Ethernet para la conexión en red con otros sistemas modulares. En la Tabla II se presenta las características técnicas del PLC.

TABLA II
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PLC

MOTOREDUCTOR	
Modelo	S7-1200 CPU 1214C
Voltaje	110 V Ac
Entradas	14 DI a 24 VDC
Salidas	10 DO tipo rele
Interfaz de comunicación	Ethernet

b.2. Implementación del módulo de clasificación

La implementación del módulo de clasificación consta de elementos eléctricos y mecánicos como son:

- Controlador lógico programable PLC
- Motoreductor
- Banda transportadora
- Fusible
- Sensores
- Fuente de 24 Vdc

El sistema tiene una alimentación principal de 110 VAc, 60 Hz; la fuente de 24 VDC es para la alimentación de los relés, sensores, electroválvulas y del touch panel KTP400. En la Figura 7 se muestran los elementos del tablero de mando y control.

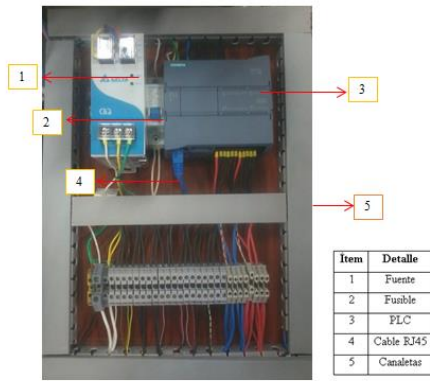


Figura 7. Tablero de mando y control.

c. Diseño neumático

El circuito neumático está constituido por elementos neumáticos seleccionados como es el: compresor, electroválvulas, válvulas estranguladoras, cilindros neumáticos; los cuales van a permitir la clasificación de las piezas didácticas hacia las rampas clasificadoras mediante las señales de los sensores que nos indicaran que cilindro neumático de doble efecto activar. El plano del circuito neumático fue realizado en el software Fluid Sim, las conexiones se indican en la Figura 3.

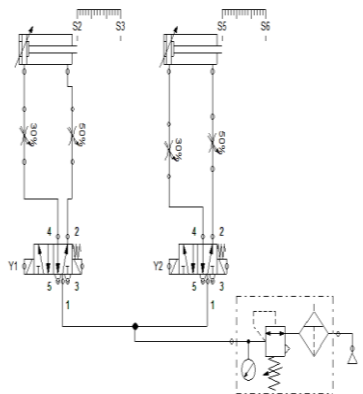


Figura 3. Circuito neumático del sistema de clasificación

d. Programación del módulo de clasificación

Para la programación del PLC se utilizó el software TIA PORTAL V13, para el desarrollo del proyecto se realiza mediante el lenguaje de programación LADDER, en la Figura 4 se observa el entorno del software de programación.

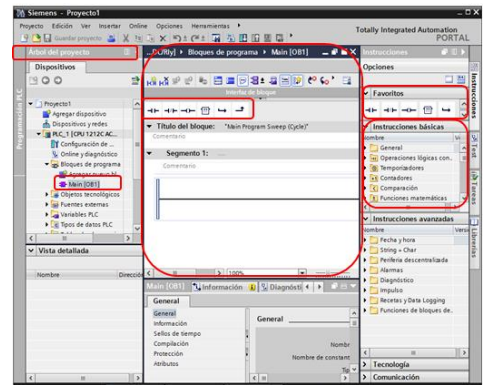


Figura 4. Entorno del TIA PORTAL V13.

La visualización de las variables se lo realiza desde el touch panel KTP 400, para la programación de este se utilizó el software WinCC V13. Para empezar a crear la Interfaz Hombre Máquina se manipulan las opciones de acuerdo a los requerimientos del programador, con la utilización de los botones situados en la parte inferior en la Figura 5, se observa el entorno principal del software WinCC V13.

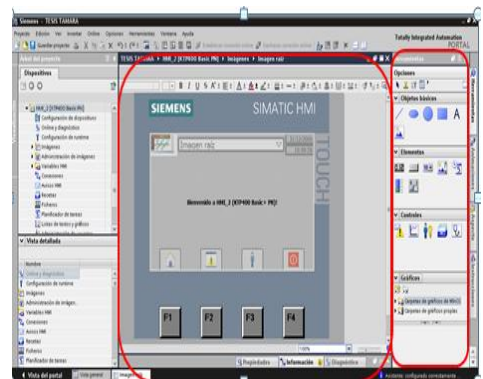


Figura 5. Entorno de programación del WinCC V13.

En la Figura 6 se encuentra el proceso de clasificación con los iconos de activación y animación.

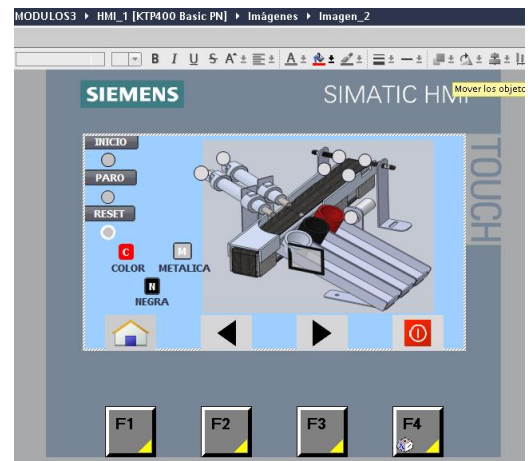


Figura 6. Presentación de la pantalla HMI

e. Configuración de la red Ethernet

Para la configuración de la red Ethernet se utilizó un switch Ethernet y un cable Ethernet Cat RJ-45 para la comunicación con los diferentes sistemas modulares.

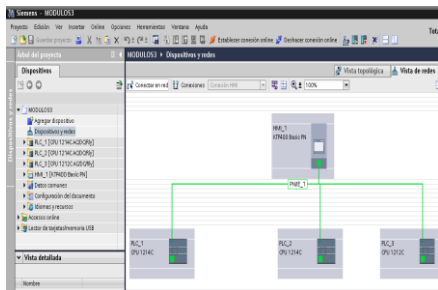


Figura 8. Comunicación Ethernet

IV. RESULTADOS

Para tener la certeza de que la máquina está dando resultados confiables, se realizaron pruebas de velocidad a la banda transportadora con un medidor de velocidad lineal lo que indicó que se encuentra en condiciones óptimas de trabajo a una velocidad de 0,134 m/s y a una potencia de trabajo de 50 W a 3 N.m.

La configuración de la Red Ethernet se la realizó en la topología estrella donde todos los sistemas modulares didácticos se encuentran conectados a un punto central al switch Ethernet, entre los beneficios se encuentran la facilidad de añadir nuevas estaciones, el manejo y monitorización de la red está centralizado, la rotura de un cable solo afecta a un usuario.

La implementación de la interfaz gráfica se la logro con la pantalla KTP400 donde podemos monitorear y mostrar datos en tiempo real, permitir una comunicación con otros sistemas modulares, almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control, controlar en forma limitada ciertas variables de proceso.

Durante las pruebas realizadas se identificaron varios errores principalmente en el sistema de alimentación de piezas y clasificación de las mismas, donde se tomó los respectivos correctivos. Además se solucionaron fugas de aire en elementos neumáticos y calibración de sensores.

V. CONCLUSIONES

- El diseño y construcción del sistema de clasificación didáctico de piezas para supervisar un proceso industrial en una banda transportadora está orientado a fortalecer las competencias de los estudiantes, en el área del conocimiento de automática y robótica
- Se utilizaron los equipos adecuados, para facilitar el diseño mecánico del sistema, siempre velando por que sea modular, para poder realizar experimentos de manera flexible, explorando diversas formas de lograr el mismo resultado, llegando a una experiencia cercana a la industria.
- El sistema de clasificación implementado tiene una capacidad de carga de 8 piezas didácticas simultáneos sobre la banda transportadora, dándonos un total de peso de 1,9 Kg.
- Su funcionamiento de mando y control a 24 Vdc y un sistema de aire comprimido que trabaja a una presión admisible de 6 bar.
- Se implementó la interfaz gráfica con una pantalla de visualización touch KTP400 con la finalidad de centralizar el sistema de control de los módulos, visualizar las variables de entradas y salidas en tiempo real y selecciona el funcionamiento individual de cada proceso que integra el Sistema de Producción Modular (MPS) diseñado.

VI. REFERENCIAS

- [1] D. A. NARVÁEZ, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UN SISTEMA DE NIVEL DE AGUA, Latacunga, 2013.
- [2] A. Miravete, Los transportes en la ingeniería industrial, Barcelona: Reverte, 1998.
- [3] A. I. University, «Automatización y Control,» 17 Abril 2015. [En línea]. Available: <https://cursos.aiu.edu/>. [Último acceso: 22 Abril 2015].
- [4] E. F, Sistema modular de producción (MPS): producción automatizada - guía para la formación,

Alemania: Festo Didactic, 1997.

[5] G. Zavala, «Róbotica,» USERSHOP, 2005.

[6] F. Rodríguez Díaz y M. Berenguel Soria, «Control y robótica en agricultura,» Almería, El Ejido, 2004, pp. 103-105.

[7] J. A. Somolinos Sánchez, «Avances en robótica y visión por computador,» España, Univ de Castilla La Mancha, 2002, p. 85.

[8] M. A. System, Sistemas estructurales de aluminio ranurado, Ecuador, 2011.

VII. BIOGRAFÍA



Mayra Jaramillo, nació en Guayaquil - Ecuador, el 25 de Julio de 1990; Ingeniera Electromecánica de la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga en el 2015.