



“Diseño e Implementación de Módulo Didáctico de un Sistema Automático de Obtención de Colores de Pintura, Obtenidos a partir de la Mezcla de Colores Primarios y su Respectivo Envasado”

Pablo Garaycoa ⁽¹⁾, José Luis Fierro ⁽²⁾, Klèber Morán ⁽³⁾, Ing. Alberto Manzur ⁽⁴⁾ *
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación Especialización Electrónica y Automatización Industrial ⁽¹⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral ⁽¹⁾
Km. 30,5 vía Perimetral, 593, Guayaquil, Ecuador ⁽¹⁾
pgarayco@espol.edu.ec ⁽¹⁾ jfierro@espol.edu.ec ⁽²⁾ pmoran@espol.edu.ec ⁽³⁾ amanzur@fiec.espol.edu.ec

Resumen

Luego de haber cursado nuestros estudios superiores dentro de la ESPOL nos dimos cuenta que sería de gran utilidad un módulo didáctico para los alumnos de nuestra carrera, por lo que decidimos implementar un módulo de mezcla y envasado ya que dentro de este, se incluyen dos de los procesos más comunes de la industria, como son el preparado de una receta, y el envasado de un producto.

Mediante un diseño electro-neumático podremos controlar el proceso de mezcla de pintura obteniendo colores basados en los colores primarios, para lograr el control de dicho proceso tendremos que aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra carrera como el uso de sensores, actuadores, y el controlador lógico programable (PLC).

Palabras Claves: Automatización, instrumentación, pintura, módulo didáctico, envasado.

Abstract

Before we have finished our studies in ESPOL, we realized that it would be useful to give a didactic module for the students of our carrier, that's why we decided to build a mixing and canning module because it shows the two more common industry processes, such as making a recipe and the canning of a product.

By means of a electric- pneumatic design we can control a paint mixing process for getting paint based on primary colours, in order to achieve the desired control of this process we have to apply our acquired knowledge during the carrier such us the correct use of sensors, actuators and Programmable Logic Controllers.

Key words: Automation, instrumentals, paint, didactic module, canning.

1. Elaboración de Pintura

Este capítulo incluye la descripción completa y detallada de los distintos procesos que se llevan a cabo para la elaboración de la pintura, y diferencia la pintura a base de agua con la que se obtiene a base de solventes en la industria.

Las pinturas basadas en agua generalmente están compuestas de: agua, pigmentos, extensores de tiempo de secado (sustancias secantes), agentes dispersantes, preservantes, amoníaco o aminas, agentes antiespumantes y una emulsión de resina.

Las pinturas basadas en solventes incluyen un solvente, pigmentos, resinas, sustancias secantes y agentes plastificantes.

2. Diseño de la máquina

En éste capítulo se detalla los criterios mecánicos y prácticos en la construcción de la estructura mecánica del módulo didáctico. Se indica las medidas exactas de la estructura base, la banda transportadora, los silos, el agitador y las bases de los motores.

Tabla 1. Características de la Estructura Base

Parte	Material
Estructura	Tubo cuadrado negro 1 ½" x 1.5mm
Soldadura	60/11 de 1/8
Plataformas para los silos	Planchas de 3mm de 30 cm X 38 cm

Tabla 2. Características de la Banda Transportadora

Parte	Dimensiones
Largo de la banda	162 cm
Distancia entre los ejes	152 cm
Fuga para calibración	2 cm
Conveyor	137 cm
Diámetro externo del piñón	8.8 cm
Diámetro interno del piñón	8.4 cm

Tabla 3. Características de los Silos

Característica	Dimensión
Diámetro	20 cm
Altura en los silos de almacenamiento	30 cm
Volumen del silo de almacenamiento	9424.77 cm ³
Volumen disponible almacenamiento	6283.18 cm ³
Altura en el silo de mezclado	15 cm
Volumen del silo de mezclado	4712.38 cm ³
Volumen disponible mezclado	3141.59 cm ³

Tabla 3. Características de las Bases de los motores

Base de Motor	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
Banda	25	50	0.8
Agitador	15	38	0.8

3. Componentes eléctricos

En general, este capítulo resume y caracteriza a todos los tipos de sensores, actuadores y elementos de control eléctricos que se utilizan en el módulo didáctico.

Los sensores inductivos se usan para: Detección de objetos metálicos, medidas todo o nada, muy utilizados a nivel industrial, alcance desde algunos mm a varios de cm y pueden manejar una carga tipo relé.

Los sensores inductivos pueden detectar cualquier material, no importa la forma, tiene alto nivel de estabilidad con la temperatura. Se utiliza generalmente en procesos de automatización para detectar la presencia y/o niveles de líquidos, detectar polvo y taras en los objetos, y también para identificar sólidos.

Los sensores ultrasónicos son ideales para medir distancias en el aire, ya que no sólo permiten detectar la presencia de objetos, sino también medir e indicar la distancia entre el detector ultrasónico y el objeto. Los cambios en las condiciones ambientales (ejemplo. fluctuaciones de temperatura) se compensan al evaluar la señal medida.

Un relé es un dispositivo que consta de dos circuitos diferentes: un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos, al cual aplicaremos al circuito que queremos controlar.

El contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

El motor es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica.

4. Componentes neumáticos

A continuación se detallan las características de los componentes del sistema neumático utilizado.

Tabla 4. Características del Compresor

Marca	Potencia (Hp)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Capacidad (Gal)
Shimaha	2.5	110	17	3

Tabla 5. Características de la Unidad de Mantenimiento

Dispositivo	Marca	Presión máxima (Kgf/cm ²)	Referencia
Unidad de mantenimiento	SAZN	9,9	CS04 AFC2000
Presóstato	SKON	7	S 11412311007

Tabla 6. Características de los Cilindros Neumáticos

Dispositivo	Marca	Presión máxima (Kgf/cm ²)	Referencia
Cilindro de doble efecto	CHINN	10	MSR12X50

Tabla 7. Características de las electroválvulas 5/2

Dispositivo	Marca	Presión (Kgf/cm ²)	Potencia(W)	Voltaje (VDC)
Electro válvula 5/2	SAZN	1.7-7.0	2.5	24

Tabla 8. Características de las electroválvulas de Distribución de Pinturas

Dispositivo	Marca	Presión (MPa)	Diámetro (mm)	Voltaje (VAC)
Electro válvula	YONKS	0-0.85	15	220

5. Funcionamiento del Proceso

En el presente capítulo se detalla el funcionamiento del proceso minuciosamente en cuanto a sus diferentes modos de operación: Modo Manual y Modo Automático.

El SCADA consta de tres pantallas: Menú, Selección del color y cantidad de producción, y Monitoreo del proceso.

Adicionalmente, se describe como el programa evoluciona cuando ocurre alguna falla en los motores o en las válvulas.

Por medio de un selector de dos posiciones “SA”, se elige el modo de trabajo: sea manual, ó automático.

Por defecto el proceso es automático, si se desea conmutar al modo manual, el operador deberá cambiar la posición del selector.

En caso de cualquier tipo de falla, tenemos disponibles un paro de emergencia colocado en el tablero, y otro botón de emergencia colocado en la pantalla de monitoreo de procesos en el Intouch, si existe alguna equivocación en el pedido, ó si se quiere reiniciar el proceso, se debe dar un “click”, a la botonera “RESET”, ubicada en la pantalla “Selección de color”, del INTOUCH.

En el caso de los motores, a pesar de haberse quitado el paro de emergencia, no volverán a funcionar, hasta que se los vuelva a habilitar desde el Intouch con el botón “Habilitar motores”.

Cuando las válvulas presenten fuga, la cual se crea por los residuos de pintura, en este caso, se debe vaciar el silo de almacenamiento, y limpiar la válvula.

6. Esquema Eléctrico

En este capítulo se indica como se realizó el escogitamiento de los conductores para el cableado tanto de fuerza como de control del módulo didáctico; para el efecto se revisaron las hojas de datos de: sensores inductivos, sensores capacitivos, electroválvula 5/2, motoreductor del agitador y motoreductor de la banda transportadora. También están todos los planos de los diagramas tanto de fuerza como de control, diagramas que sirven como guía para el laboratorio.

7. Programación del PLC

A continuación se muestra el PLC y sus características, se tabula las entradas y salidas del PLC y se detallan las equivalencias realizadas para las señales analógicas.

Tabla 9. Características del PLC

Unidad	Alimentación	Entradas	Salidas
CPU	110 VAC	16 DC	1DC 11 Relay
Modulo análogo	24 VDC	4 (4-20 mA)	2



Figura 1. Gráfico del PLC

Tabla 10. Entradas digitales

Entradas digitales			
Dirección	Tipo de dato	Detalle	Bornes
%I1	Bool	Selector Auto/Manual	X35
%I2	Bool	Paro	X37
%I3	Bool	Sensor_inductivo3	X46
%I5	Bool	Sensor_inductivo1	X40
%I9	Bool	Sensor_inductivo2	X43
%I4	Bool	Sensor_capacitivo_llenado	X49

Tabla 11. Entradas analógicas

Entradas Analógicas				
Dirección	Tipo de dato	Nombre	Detalle	Bornes
%AI20	Int	S_amarillo	Sensor amarillo	X21
%AI21	Int	S_azul	Sensor azul	X25
%AI22	Int	S_rojo	Sensor rojo	X29
%AI23	Int	S_blanco	Sensor blanco	X33

Tabla 11. Salidas digitales

Salidas Digitales			
Dirección	Tipo de dato	Detalle	Bornes
%Q7	Bool	Motor_Banda	
%Q11	Bool	Motor_Mezcladora	
%Q2	Bool	Válvula_1	X8
%Q3	Bool	Válvula_2	X10
%Q4	Bool	Válvula_3	X12
%Q5	Bool	Válvula_4	X14
%Q6	Bool	Válvula_5	X16
%Q8	Bool	Válvula_C1	X50
%Q9	Bool	Válvula_C2	X53
%Q10	Bool	Válvula_C3	X55

Tabla 12. Interpretación de la señal digital del sensor analógico

Bits	Centímetros
8360	5
0	20

A continuación mostramos varias de las pantallas realizadas para el monitoreo y control mediante el SCADA: Pantalla Principal, Selección del color deseado y Monitoreo del Proceso.



Figura 2. Pantalla principal

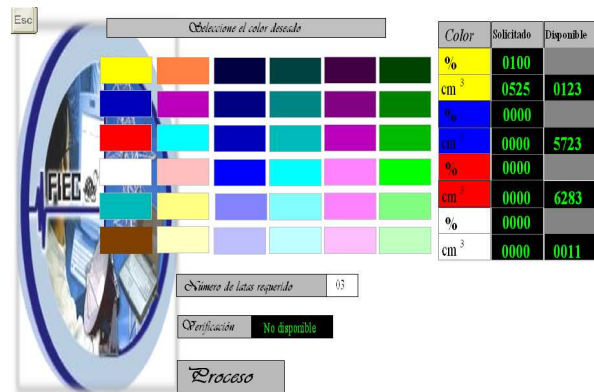


Figura 3. Pantalla de Selección del color deseado

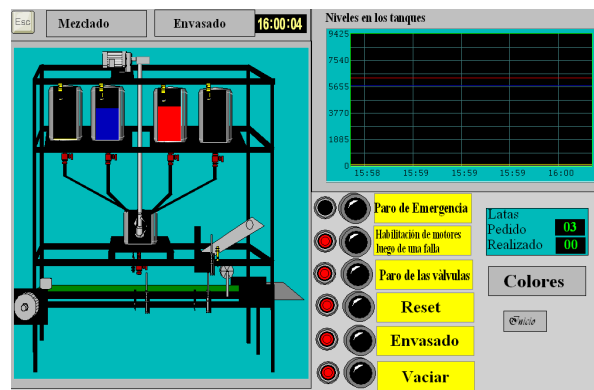


Figura 4. Pantalla del Monitoreo del Proceso



8. Análisis de resultados

8.1. Diseño de pruebas

Para la correcta interpretación y la validación de los resultados del proceso, se diseñó una tabla de resultados que contiene distintas pruebas con la variedad de colores y la cantidad requerida de latas que podemos ingresar mediante el SCADA.

8.1. Pruebas y resultados

Tabla 13. Pruebas

Prueba	Color				# de Latas	Tiempo (Min)
	Amarillo	Azul	Rojo	Blanco		
1	50%	50%	0%	0%	3	1.5
2	0%	50%	50%	0%	4	2.5
3	0%	33%	33%	33%	5	3.46
4	33%	33%	0%	33%	6	4.52
5	0%	0%	50%	50%	7	5.49
6	50%	0%	0%	50%	8	6.53
7	33%	0%	33%	33%	9	7.45
8	33%	33%	33%	0%	10	8.55

Se tienen las siguientes observaciones: Las tapas no deben contener impurezas, para que así puedan deslizarse; en cada receta, se presentó una cantidad sobrante de material; no colocar más de 3 latas en la banda para el llenado; as tapas se deben colocar una por una; no se debe de mover el sensor capacitivo (se descalibra); y por último, la cantidad mínima de envases es de tres latas, para obtener el color requerido, y que no afecte algún residuo de mezclas anteriores.

Tabla 14. Análisis de resultados

Cuantos colores pre-establecidos puede preparar	36
Velocidad de la banda transportadora (RPM)	2.22
Capacidad de transportación de la banda	12
Velocidad del agitador (RPM)	388.81
Tiempo de mezclado (Segundos)	15
Número máximo de latas por cada producción	10
Tiempo promedio de llenado una lata (Segundos)	4.6
Tiempo de llenado del compresor (Minutos)	2.11
No de Latas por cada carga del compresor	10

9. Conclusión y recomendaciones.

Se deben cortar los pedazos de estructura de forma precisa para facilitar el proceso de soldado.

Se debe verificar el buen estado de los discos de pulido, al momento de pulir la soldadura por seguridad y para darle un mejor acabado.

Luego de soldar piezas móviles no se las debe sumergir en agua por que se pueden quedar expandidas al realizar un cambio brusco de temperatura, y quitar movilidad al equipo.

Es preferible armar la banda aparte y luego acoplarla a la estructura.

Se recomienda realizar un sistema de lavado en el tanque de mezclado.

Se dota al laboratorio de Automatización, de una máquina electro neumática, que obtiene 36 colores de pintura preestablecidos, además de tener la posibilidad de realizar cualquier nueva combinación, para que los estudiantes tengan prácticas de laboratorio.

El módulo permite apreciar el funcionamiento de sensores ultrasónicos, sensores inductivos y sensores capacitivos; y la utilización de cilindros neumáticos, electroválvulas y moto reductores en el proceso didáctico de mezcla y envasado de pinturas.

En el diseño y construcción del módulo didáctico se utilizaron los distintos criterios teóricos de instrumentación industrial, Instalaciones Eléctricas y Automatización Industrial durante los años de estudio.

Ing. Alberto Manzur

DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADUACIÓN