



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Departamento de Tecnología

Propuesta de un sistema de control semi-automatizado de mezclado y envasado de pintura automovilístico utilizando el logo siemens A8 en el Centro de Pinturas Fénix ubicada en el mercado Roberto Huembés, Managua en el primer semestre del 2021.

Seminario de Graduación como requisito final para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Autores:

Br. Denis Rafael Méndez González.

Br. Ricardo Icabalceta Zavala.

Tutor:

MSc. Milcíades Delgadillo.

Asesor Metodológico:

MSc. Karen Acevedo Mena.

Managua, 22 de julio de 2021.

Dedicatoria.

Dedicamos este trabajo de investigación a Dios, nuestro padre celestial que nos concede sabiduría a lo largo de nuestra vida y los dones necesarios para alcanzar todas las metas que nos propongamos.

A Nuestros Padres, por todo el apoyo y motivación en todo momento y aún en los momentos más difíciles para que alcancemos nuestras metas.

A Nuestros profesores, que nos guían por el camino de la sabiduría compartiendo de su conocimiento y experiencias profesionales con todos y cada uno de nosotros

Agradecimiento.

Nuestro más grande agradecimiento es para nuestro Dios, a los padres que son ese pilar que representa la fortaleza con la que se construye cada familia, a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN- Managua), por permitir la oportunidad de convertirnos en profesionales y ser personas de provecho para la sociedad.

Valoración del Docente.

Resumen

La industria precisa cada vez más de sistemas susceptibles de ser automatizados. En este trabajo de investigación se presenta un algoritmo para el control de un proceso de elaboración de mezclado y embazado de un producto líquido como lo es la pintura mediante la utilización de Autómatas Programables (PLC).

El presente trabajo de investigación tiene como fin desarrollar el Diseño de una máquina de control semi-automatizada que obtiene diferentes tonalidades de pinturas, teniendo como finalidad dotar de una máquina didáctica al Centro de Pinturas Fénix ubicada en el mercado Roberto Huembés, con la cual los trabajadores de dicho centro puedan apreciar el uso de un autómatas programable, sensores digitales y un sistema semi-neumático, operando en conjunto dentro de un proceso real.

Se busca no solo un control integral del proceso, sino que además se haga de forma óptima y eficiente, de modo que se emplee el menor tiempo posible en el proceso. Se presenta un estudio comparativo entre el proceso a manera manual y los beneficios que se obtendrían al automatizar el trabajo analizando los diferentes tiempos del mezclado, llenado y envasado del producto involucrado en el proceso.

Siguiendo con el desarrollo de la tesis se explica cómo funcionara la máquina de control semi-automatizada en su estructura mecánica, sistema neumático y el sistema eléctrico.

Por último, se explicará el funcionamiento del sistema de control junto a la selección de todos sus elementos que componen el mismo. A partir de aquí se indica la programación implementada para el sistema de control del sistema, indicando la función de cada una de sus partes dentro del proceso del sistema semi-automatizado.

Contenido

I. Introducción	2
II. Antecedentes	3
III. Planteamiento del problema	4
IV. Justificación	5
V. Objetivos	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
VI. Marco Teórico.	7
Automatización	7
Definición	7
Tipos de automatización	8
Objetivos de la automatización	8
Cómo funciona la automatización industrial	9
Importancia de la automatización industrial en la industria	9
Sistema de control	9
Componentes básicos de un sistema de control	10
Tipos de sistemas de control.	10
Autómata Programable.	12
Campos de aplicación	13
Ejemplos de aplicaciones generales:	14
Estructura de un PLC	14
Estructura Externa	14
Estructura Interna	14
Ventajas y Desventajas de un PLC	18
Ventajas	18
Desventajas	18
Programación del controlador lógico programable	19
Lenguajes de Programación	19
Diagrama de bloques de funciones (FBD)	20
Diagramas de Tipo Escalera (LAD)	21
Elementos de programación tipo escalera (LAD)	22
Siemens	23
Logo siemens	23

Ventajas.....	24
Desventajas.....	24
Elementos principales para programar un PLC.....	25
Módulo de Ampliación.....	25
Sensores.....	25
Sensor De Nivel De Liquido.....	25
Relé.....	27
Electroválvulas.....	28
Actuadores Neumáticos.....	29
Motores.....	29
Motor de engranajes.....	29
Accesorios eléctricos.....	31
Final De Carrera.....	31
Paro De Emergencia.....	32
Borneras.....	33
Temporizador PLC.....	34
Conductores eléctricos.....	35
Automatización en la Industria de Pinturas.....	36
Industria elaboradora de pinturas.....	37
Sector industrial.....	37
Materias primas.....	38
Matriz de Operacionalización de Variables (MOVI).....	39
VII. Diseño metodológico.....	40
Enfoque de la investigación.....	40
Tipo de investigación.....	40
Universo y muestra.....	40
Instrumentos y recolección de datos.....	40
Plan de tabulación análisis.....	41
VIII. Desarrollo.....	43
Estructura del desarrollo.....	43
Conocer las necesidades presentes en el Centro de Pintura Fénix.....	43
Entrevista.....	45
Diagnóstico de funcionalidad.....	47

Resultados de las encuestas.....	48
Propuesta de automatización.....	53
Diseño de mejora	54
Diseño de la programación para el sistema de control semi-automatizado de mezclado y envasado de pinturas.....	56
Programación del PLC	56
Programa utilizado.....	56
Software Logo Comfort A8.....	56
Instrucciones Lógicas	57
Descripción General De La Interfaz Del Usuario	59
Interfaz Gráfica Del Software	60
Lenguajes De Programación.....	61
Programación.	72
Descripción para el llenado de envases	76
Descripción de la programación.....	76
Diagrama eléctrico en CADE SIMU V4	79
Montaje De Logo Siemens	80
Descripción del proyecto.....	81
Alimentación.....	82
Partes de un Logo Siemens	83
Suministro De Pintura.	83
Funcionamiento.....	84
Diagrama de flujo para el llenado de envase.....	85
Diagrama de extracción de pintura.....	86
Modelo matemático volumétrico.....	87
Declaración de variables	87
Calculo para el llenado de envase.....	88
Presupuesto.....	90
IX. Conclusiones.....	91
X. Recomendaciones	92
XI. Bibliografía	93

Tabla de ilustraciones.

Ilustración 1. Componentes básicos de un sistema de control Fuente: (Paz, 2011)	10
Ilustración 2.Elementos de sistema de control a lazo abierto. Fuente: (Paz, 2011)	11
Ilustración 3. Sistema de control a lazo cerrado. Fuente: (Paz, 2011)	12
Ilustración 4 Componentes básicos de los PLC (valencia, 1999)	15
Ilustración 5 Funciones de PLC (valencia, 1999)	17
Ilustración 6 Ejemplo del lenguaje FBD del STEP 7	21
Ilustración 7 Ejemplo del lenguaje LAD del STEP 7	21
Ilustración 8 Elementos de programación (Guamán E, 2013)	22
Ilustración 9 Logo Siemens. (Siemens, 2014)	23
Ilustración 10 Esquema básico de conexión. Fuente: (Siemens, 2014)	24
Ilustración 11 Modulo de Ampliación (calimport, 2018).	25
Ilustración 12 Sensor de nivel-montaje lateral (eicos, Sensor de nivel de líquido, s/f)	26
Ilustración 13 Sensor de nivel-montaje vertical (eicos, Sensor de nivel de líquido, s/f)	26
Ilustración 14 Estructura Interna de un relé. Fuente: (Areatecnología, s/f)	28
Ilustración 15 Estructura interna de una electroválvula. Fuente: (Montaño, 2011)	29
Ilustración 16 Agitador Mezclador con engranajes. (Peron, 1669)	30
Ilustración 17 Esquema eléctrico de final de carrera. Fuente: (Sensor final de carrera, 2020)	32
Ilustración 18 final de carrera (s/f)	32
Ilustración 19 Paro de emergencia. Fuente: (Paro de emergencia, s.f.)	33
Ilustración 20 borneras de carril DIN X-COM S. Fuente: (Cámara, 2013)	34
Ilustración 21 Relé temporizador. (Web, 2021)	34
Ilustración 22 conductores eléctricos	36
Ilustración 23 estructura de desarrollo	43
Ilustración 24 ubicación del centro de pinturas	44
Ilustración 25 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas.	48
Ilustración 26 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas.	49
Ilustración 27 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas.	50
Ilustración 28 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas	51
Ilustración 29 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas	52
Ilustración 30 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas	53
Ilustración 31 Lógica de programación KOP (Logo, 2014)	64
Ilustración 32 Instrucciones KOP. (PLC, 2020)	65
Ilustración 33 simulación de la programación	77
Ilustración 34 partes del logo	83
Ilustración 35 Rango de trabajo del logo y tensión soportada a la entrada para ser alto y bajo	83

I. Introducción

A través de los años en Nicaragua principalmente en Managua la gran mayoría de los centros de pintura no cuentan con implementación de un sistema automatizado en el proceso de producción de pinturas, como un sistema de mezclado preciso para lograr en la composición de pintura nuevas combinaciones de pintura.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, suele utilizarse en el ámbito de la industria permitiendo ahorrar tiempo y muchas veces dinero.

Este proyecto se propuso en base a las dificultades que se presentan en algunos centros de elaboración de pinturas. La idea es construir una máquina de control semi-automatizada que pueda controlar el proceso de mezcla y envasado para el Centro de Pinturas Fénix, la necesidad de desarrollar el equipo es para maximizar la producción y minimizar el desperdicio de los recursos tales como mano de obra y el tiempo.

Luego de haber analizado la situación en dicho centro se observó que sería de gran utilidad implementar un sistema didáctico de mezcla y envasado de pinturas ya que, dentro de este se incluyen los procesos más comunes que son el preparado de una receta, y el envasado de un producto, Además mediante un diseño automatizado se puede controlar el proceso de mezcla de pintura obteniendo colores deseados, para lograr el control de dicho proceso tendremos que aplicar los conocimientos adquiridos en lo que se refiere al uso de sensores, actuadores, y controlador lógico programable (PLC).

El sistema contiene muchas partes las cuales son indispensables para su óptimo funcionamiento, pero cabe resaltar la parte del control automático, en este caso es un controlador SIEMENS LOGO A8 que por la simplicidad de su programación hace que los sistemas automatizados trabajen de manera armónica y en sincronía con todo el mecanismo.

II. Antecedentes

En los últimos años en Nicaragua se han desarrollado varias tecnologías o productos que se pueden usar para restaurar un vehículo, tomando en cuenta la calidad de pintura que será colocada. Cabe mencionar que ya se han realizado otros estudios del mismo enfoque, es por ello que para el estudio se están tomando datos históricos internacionales así como referencias las cuales han sido de mucha utilidad, sin embargo a través de este estudio se pretende ofrecer la propuesta de un sistema automatizado para lograr mejor calidad cumpliendo con las normativas existentes.

En Colombia, Castro, C. (2016) estudiantes de la Universidad de San Buena Aventura realizaron un proyecto titulado “Diseño y construcción de un mezclador automatizado de pinturas” consistió en una máquina mezcladora de pintura que tuvo como finalidad lograr un producto homogéneo en su textura y color, donde las válvulas realizan su proceso de dosificación de forma consecutiva. Por último, cada color de pintura que se encuentra en el depósito de mezclado, las paletas empiezan a girar, al obtener una mezcla homogénea el movimiento del juego de paletas es detenida para retirar de forma segura el producto terminado. La relación de este trabajo con la presente investigación permite comprender las ventajas de tener un sistema automatizado para la mezcla de pinturas automatiz.

En Ecuador, Teran, A. (2014) estudiante de la Universidad Técnica Del Norte en su tesis “Diseño, Construcción y puesta en funcionamiento de una máquina mezcladora para la producción de pinturas plastisol” tuvo como objetivo diseñar una máquina mezcladora para la elaboración de pinturas plastisol, el cual tomó en cuenta un diseño sencillo donde el funcionamiento se da mediante el movimiento dado por un motor de 2 Hp monofásico (110/220 V) con una conexión directa de dos poleas una polea motriz y una polea inducida a través de una banda, donde el movimiento de este motor es transmitido a un eje de rotación con un agitador de aletas para finalmente obtener la mezcla. Esta investigación se entrelaza con el presente trabajo, ya que permite ver los beneficios de tener una máquina sencilla, compacta donde se elaboran las mezclas de pinturas de una manera muy sencilla y rápida dejando de lado los métodos manuales tradicionales.

III. Planteamiento del problema

La mayoría de las pinturas de automóviles se elaboran con diferentes productos químicos que provienen de algunos metales pesados, compuestos químicos provistos de coloración propia, orgánicos, inorgánicos, resinas, aditivos y disolventes. Todos estos materiales utilizados para la producción de pintura han hecho que estos productos afecten al medio ambiente y la salud de las personas principalmente por ser altamente tóxicos.

En Nicaragua ya se han presentado problemas en la salud por la elaboración de pinturas, puesto que para lograr obtener distintas tonalidades se realiza mediante la mezcla manual en la mayoría de centros de pinturas. Este proceso ha ocasionado a las personas alergias, irritación ocular, dolor de cabeza y vómitos. En la piel puede ocasionar úlceras o dermatitis. También puede causar por inhalación enfermedades como el asma bronquial y otras alteraciones respiratorias.

El problema se presenta en algunos centros de pinturas donde la mezcla no es muy eficiente, debido a que gran parte el personal de trabajo utiliza el método manual, lo que conlleva a más tiempo de trabajo por parte del operario, a un producto de muy mala calidad, enfermedades por el contacto físico de las sustancias tóxicas y a la contaminación del medio ambiente.

Por lo tanto, la elaboración de un sistema semi-automático para el mezclado de pinturas puede llegar a ser una solución a este problema.

Por lo antes mencionado se formula el problema de la siguiente manera: ¿Cuál será la ventaja que tendrá un sistema automatizado de mezclado para obtener la tonalidad de distintos colores de pinturas en automóviles a través de logo siemens?

IV. Justificación

En los últimos años en la mayoría de centros de pintura en Managua, se encuentran un gran número de tonos, sin embargo, la mayoría del tiempo en algunos centros de pinturas el personal de trabajo utiliza métodos manuales para realizar el proceso de mezcla y envasado. Esta técnica de trabajo no es efectiva y se necesita del trabajo humano para lograr obtener el tono deseado lo que genera en algunos trabajadores enfermedades respiratorias y en la piel.

El uso de estos productos en la creación de pinturas genera contaminación al medio ambiente y daños en salud de las personas. Hay que tomar en cuenta también el tiempo expuesto que se tarda un trabajador en realizar una mezcla para elaborar un solo tono de pintura lo que genera gran duración en el proceso de trabajo. Este tipo de proceso sería más eficaz si es controlado y automatizado obteniendo siempre un producto uniforme con la máxima calidad posible y la tonalidad deseada.

En este documento se propone mejorar el proceso de mezcla de pinturas a través de una máquina automatizada, dicho producto que ofrece: mejorar los tiempos en la preparación de una receta, ofrece exactitud en las cantidades al realizar una mezcla y la reducción de mano de obra en el área.

Debido a lo anterior surge la necesidad de realizar el diseño y construcción de una máquina con la capacidad de crear nuevas combinaciones de pintura donde se permita elaborar colores deseados, en un tiempo corto de trabajo y así agilizar el proceso de producción.

El presente estudio servirá de base para futuras investigaciones porque no existe o no está documentado un equipo como el que se plantea en esta investigación.

V. Objetivos

Objetivo general

- Proponer un sistema de control semi- automatizado de dosificación y mezclado de pintura automovilístico utilizando el logo siemens A8 en el centro de pinturas Fénix ubicada en el mercado Roberto Huembés.

Objetivos específicos.

- Analizar las debilidades que existen en el proceso de mezcla para la implementación del sistema automatizado.
- Establecer propuestas de mejora al centro de pinturas que permitan un proceso de mezcla más eficiente y eficaz.
- Demostrar mediante una simulación el proceso de mezcla de pintura en el Centro de Pinturas Fénix.

VI. Marco Teórico.

La automatización es un campo amplio con utilidades en muchas áreas de la industria, permite armar sistemas completos a partir de un conjunto de elementos eléctricos, electrónicos, neumáticos e hidráulicos. Las industrias son los principales consumidores de los sistemas automatizados convirtiéndolas así en empresas más eficientes y más rentables económicamente cubriendo así las necesidades de cada uno de sus clientes.

La automatización mediante sistemas mecánicos, electrónicos y con ayuda de elementos tecnológicos busca disminuir la mano de obra utilizando los recursos necesarios sin desperdiciarlos, optimizando los tiempos y esfuerzos en la producción.

Automatización

Definición

Es la presencia de sistemas automáticos de dirección en los procesos tecnológicos que aseguran su optimización sin la intervención directa del hombre. La producción adquiere así el aspecto de un ciclo automático que puede reestructurarse con rapidez y eficiencia. (Nieto, 2006)

La palabra automatización engloba un amplio abanico de sistemas y procesos en los cuales se requiere la mínima intervención del ser humano, además debe de ser un sistema “flexible” el cual se debe ajustar de distintas maneras a los posibles cambios en momentos puntuales. (Francisco, 2017)

¿Por qué requiere la industria una mayor automatización?

- Para intentar eliminar las tareas manuales en aquellas acciones que requieran una serie de conocimientos/habilidades especiales.
- Eliminación de trabajos repetitivos (perjudiciales para la salud) y de un alto riesgo de peligrosidad del personal
- Para mejorar la uniformidad y calidad del producto.
- Para mejorar la productividad, ya que se tiene un mejor control de la producción y se aumenta la productividad reduciendo los costos de manufactura.

- Podríamos sacar una gran enumeración de porque automatizar, pero no es el objetivo del post.

Todo esto también genera una serie de inconvenientes de la automatización los cuales pueden ser: el incremento de los costes fijos, incremento del mantenimiento y reducción de la flexibilidad de los recursos.

Tipos de automatización

La automatización fija (productos con gran índice de demanda y volumen) Este tipo de producción tiene un alto costo y se ha de tener en cuenta que su ciclo de vida es el mismo que el del producto que se fabrica.

Ejemplo: Líneas mecanizadas de ensamblaje y líneas de transferencia de maquinado

La automatización programable (productos con bajo índice de demanda y gran diversidad de productos). En este caso los equipos de producción se diseñan para poder adaptarse a las variantes de los distintos tipos de productos que se fabrican. Estas adaptaciones se realizan por medio de programación (software).

Ejemplo: Robots industriales, control numérico, PLC's, relés programables, etc...

La automatización flexible (productos con un índice medio de demanda). Estos sistemas combinan tanto elementos de la automatización fija como programada. Suele estar constituidas por diferentes estaciones de trabajo interconectadas entre si y controladas por un ordenador. (Francisco, 2017)

Objetivos de la automatización

1. Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
2. Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
3. Realizar operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
4. Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.

5. Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
6. Integrar la gestión y producción. (Automatización, 2001)

Cómo funciona la automatización industrial

La automatización industrial es producto de la unión de diferentes tecnologías, entre ellas está la instrumentación que ayuda a medir la materia en distintos estados: sólidos, gases y líquidos (volumen, peso y presión).

Por otro lado, están los motores, la neumática, los servos y otros sistemas que permiten hacer algunos movimientos o desplazar un producto, un objeto o mover una bomba, por ejemplo. (Vester, 2019)

Además, se debe mencionar que los sistemas de comunicación generan una interacción entre todas las partes y, también, se debe tomar en cuenta a los controladores para que el proceso siga una secuencia lógica, haciendo que la programación funcione de manera conforme.

La naturaleza de la automatización industrial consiste en hacer que los procesos se realicen de manera repetitiva y se cumplan correctamente. Por otra parte, existen otras tecnologías que se aplican durante el proceso como el vacío, la robótica, etc.

Importancia de la automatización industrial en la industria

Podemos decir que es la actual revolución industrial que plantea la digitalización de los procesos mediante la interacción de la inteligencia artificial con las máquinas y el mejoramiento de recursos orientados a la creación de nuevas metodologías comerciales.

Al automatizar todo el proceso se logrará mejorar mucho más el funcionamiento de la maquinaria, llevándola a su máximo nivel de optimización, además se mejora el control y se obtiene mayor información del estado en menor tiempo

Sistema de control

El control automático ha desempeñado un papel muy importante en el avance de la ingeniería y la ciencia. Además de su aporte en la construcción de los vehículos espaciales, misiles teledirigidos y la robótica. Los avances en la teoría y la práctica del control automático

ofrecen los fundamentos necesarios para obtener un comportamiento óptimo de los sistemas dinámicos, mejorar y optimizar los procesos con el objeto de obtener mejores resultados y simplificar el trabajo de muchas operaciones manuales rutinarias, así como otras actividades, la ingeniería trata de comprender y controlar las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad.

La Ingeniería de Control se basa en los fundamentos de la teoría de realimentación y análisis de sistemas lineales, integrando la teoría de redes y de comunicación; por esta razón, la teoría de control no está limitada a un área específica de la ingeniería, sino que es aplicable a las ingenierías aeronáutica, civil, química, mecánica y eléctrica, por tanto, analiza la dinámica de todo tipo de sistemas e incrementa el control de los mismos. (Paz, 2011)

Componentes básicos de un sistema de control.

1. Objetivo de control.
2. Componentes del sistema de control.
3. Resultados o salidas. (Kou, 1996)

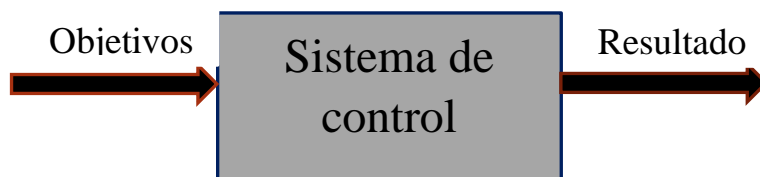


Ilustración 1. Componentes básicos de un sistema de control Fuente: (Paz, 2011)

La relación básica entre tres componente se ilustra en la ilustración 1.en términos más técnicos, los objetivos se pueden identificar como entradas, o señales actuantes y los resultados también se llaman salidas, o variables controladas, y. en general, el objetivo de un sistema de control es controlar las salidas en algunas forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control. (Kou, 1996)

Tipos de sistemas de control.

Los tipos de sistemas de control más comunes son los sistemas de control a lazo abierto y los sistemas de control a lazo cerrado. (Paz, 2011)

Sistema de control a lazo abierto: es aquel sistema de control en el que la salida no es afectada por la señal de entrada. La salida no se realimenta para compararla con la entrada. Los elementos de un sistema a lazo abierto usualmente están divididos en dos partes, el controlador y el proceso controlado, véase la ilustración 2. (Paz, 2011)

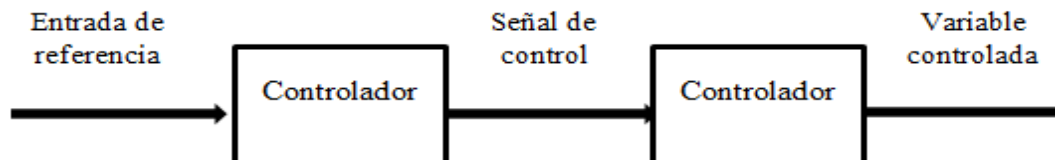


Ilustración 2. Elementos de sistema de control a lazo abierto. Fuente: (Paz, 2011)

Un ejemplo práctico es una lavadora automática; el remojo, el centrifugado y el lavado operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, la limpieza de la ropa. Otro ejemplo es el sistema de control de tráfico vehicular, éste está basado para operar sobre un tiempo fijado, pero no mide su respuesta que es el tráfico; sin embargo, los sistemas de control de tráfico modernos, computarizados, pueden considerarse de lazo cerrado: se ajustan de acuerdo al flujo de tráfico. (Paz, 2011)

Sistema de control a lazo cerrado (control realimentado): en el sistema de control a lazo cerrado, el controlador se alimenta de la señal de error de desempeño, la cual representa la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término lazo cerrado siempre indica una acción de control realimentado para reducir el error del sistema. Véase la ilustración 3. Una de las ventajas importantes que presenta este tipo de sistema de control es que se hace insensible a las perturbaciones y mantiene su exactitud; de la comparación de la señal realimentada y la señal de entrada resulta la señal de error, la que es minimizada con la acción de control. Sus principios son aplicables a sistemas que presentan perturbaciones o variaciones imprevisibles en los componentes del sistema. (Paz, 2011)

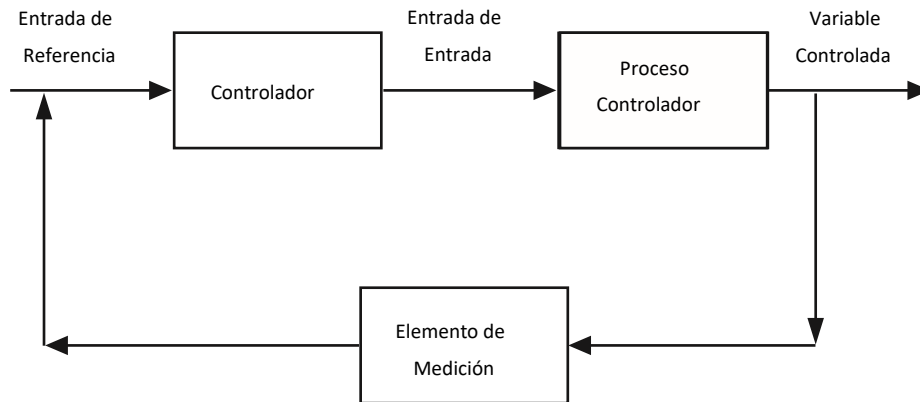


Ilustración 3. Sistema de control a lazo cerrado. Fuente: (Paz, 2011)

Autómata Programable.

Un autómata programable (AP) es un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas (digitales y/o analógicas – sistema híbrido) diversos Tipos de máquinas y/o procesos. (InfoPLC, 2017)

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), se trata de una computadora, utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Sin embargo, la definición más precisa de estos dispositivos es la dada por la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) que dice que un PLC es:

“Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos”. (Controladores Lógicos Programables (PLC), 2011)

Los autómatas programables son dispositivos electrónicos que permiten programar una lógica para controlar todo tipo de máquinas y procesos industriales. La gran ventaja de los a

diferencia de las computadoras es la gran cantidad de entradas y salidas que pueden gestionar, así como su durabilidad y capacidad de funcionamiento en entornos agresivos para la electrónica.

El tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo.

Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

1. Espacio reducido.
2. Procesos de producción periódicamente cambiante.
3. Proceso secuenciales.
4. Maquinaria de procesos variables.
5. Instalaciones de procesos complejos y amplios.
6. Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso. (Autómatas programable, 2001)

Ejemplos de aplicaciones generales:

1. Maniobra de máquinas.
2. Maquinaria industrial de plástico.
3. Maquinas transfer.
4. Maquinarias de embalajes.
5. Maniobra de instalaciones:
 - ✓ Instalación de aire acondicionado, calefacción...
 - ✓ Instalación de seguridad.
6. Señalización y control:
 - ✓ Chequeo de programas.
 - ✓ Señalización del estado de procesos. (Autómatas programable, 2001)

Estructura de un PLC

La estructura del PLC se compone fundamentalmente de dos partes:

Estructura Externa

Los Controladores Lógicos programables poseen una de las siguientes estructuras externas:

- Compacta: en un solo bloque están todos los elementos.
- Modular: se le puede añadir módulos según los requerimientos.
- Estructura Americana: separa las E/S del resto del autómata.
- Estructura Europea: cada módulo es una función (E/S, CPU, Fuente de alimentación, etc.)

Exteriormente nos encontraremos con PLC de alguna de las estructuras anteriores, para el caso de la estructura modular se dispone de perfil de montaje estándar. (valencia, 1999)

Estructura Interna

Las partes constitutivas básicas de un PLC son:

- a) Unidad central de procesamiento (CPU)
- b) Fuente de alimentación
- c) Unidad de programación
- d) Sección de entradas y salidas

- e) Interfaces
- f) Dispositivos periféricos

En la ilustración 4 del diagrama de bloques se puede observar los componentes básicos de los PLC.

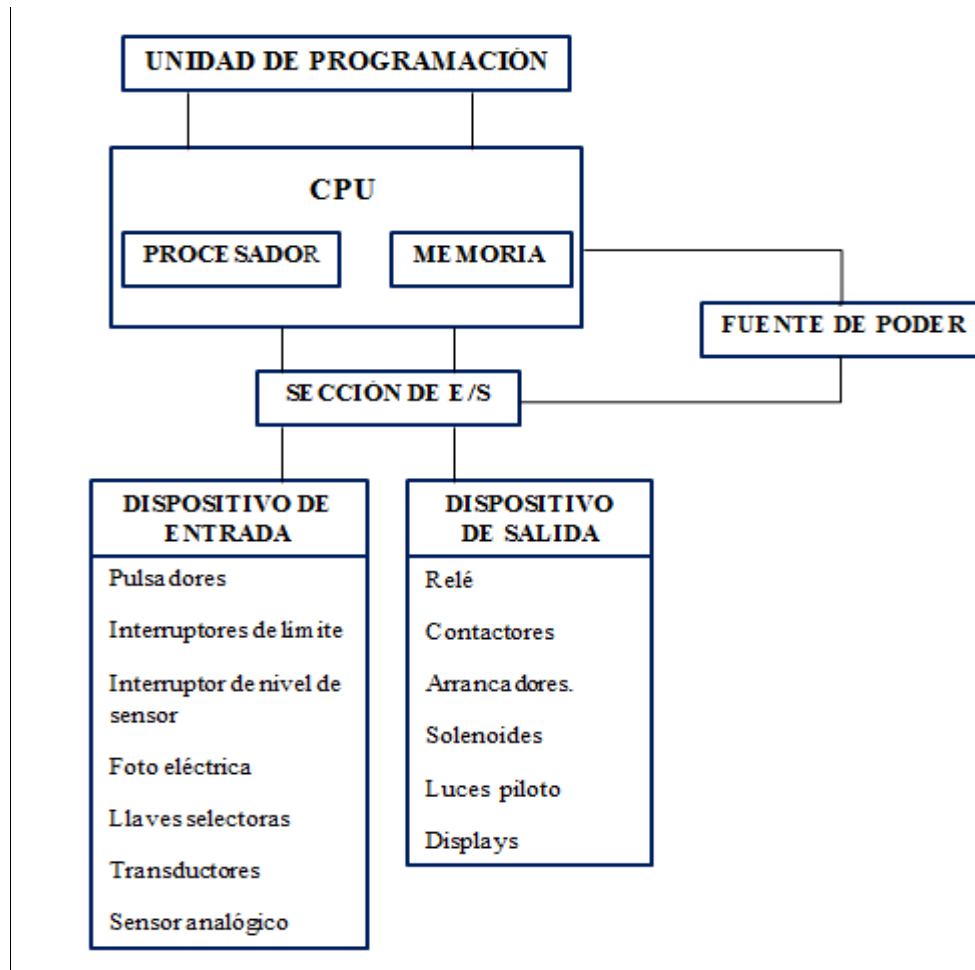


Ilustración 4 Componentes básicos de los PLC (valencia, 1999)

Unidad central de procesamiento (CPU)

La CPU es el cerebro del controlador programable, donde se toman todas las decisiones para el control del proceso, está constituida por el procesador y por la memoria. (valencia, 1999)

La principal función del CPU es controlar la actividad del PLC. Éste recibe información de los sensores para realizar el proceso y ejecutar al programa de control previamente almacenado en su memoria mediante un equipo programador, proporciona el resultado en la

ejecución del programa a los actuadores o dispositivos de salida. Este proceso se realiza de una manera continua.

Unidad de alimentación

Esta sección se encarga de suministrar la alimentación eléctrica a los circuitos del controlador. Generalmente 220 V c.a. a 24 V c.c. Además, es capaz de adaptar la tensión de la red 110 V c.a. a 220 V c.a., 50 Hz ó 60 Hz a la de funcionamiento de los circuitos electrónicos internos del controlador, así como a los dispositivos de entrada, los cuales, en su mayoría, reciben alimentación eléctrica desde esta unidad. (Abierto, 2017)

Unidad de programación

El autómatas debe disponer de alguna forma de programación, la cual se suele realizar empleando alguno de los siguientes elementos:

Unidad de programación manual: Es la forma más simple de programar el autómatas, y se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del autómatas.

Consola de programación: es un terminal a modo de ordenador que proporciona una forma más cómoda de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómatas.

Computador Personal (PC): es el modo más potente y empleado en la actualidad. Permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software SCADA, etc. Para cada caso el fabricante proporciona lo necesario, bien el equipo o el software, cables adecuados. Cada equipo, dependiendo del modelo y fabricante, puede poseer una conexión a uno o varios de los elementos anteriores. (valencia, 1999)

Sección de salidas

Es una interfaz que decodifica las señales generadas por la CPU, las amplifica y las envía a los actuadores. Los actuadores pueden ser lámparas, relés, contactores, arrancadores, electroválvulas o cualquier otro elemento de acción final. Estas salidas pueden ser de tipo analógica o discreta. Para que esta sección lleve a cabo su función, existen en memoria bits

de salida que están asignados a puntos de salida, a través de los cuales se envían las señales a los diferentes dispositivos. (Abierto, 2017)

Procesador

El procesador es el corazón del autómatas programable. Es el encargado de ejecutar el programa de usuario mediante el programa del sistema (es decir, el programa de usuario es interpretado por el programa del sistema). Sus funciones son:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se le suele denominar Watchdog (perro guardián).
- Ejecutar el programa de usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.
- Chequeo del sistema. Para ello el autómatas va a poseer un ciclo de trabajo, que ejecutará de forma continua:

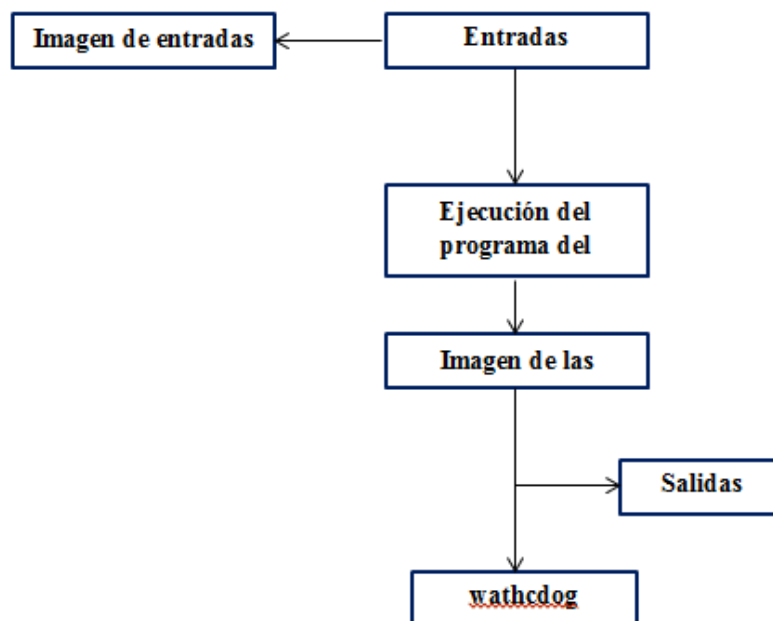


Ilustración 5 Funciones de PLC (valencia, 1999)

Periféricos

Los periféricos son dispositivos independientes que facilitan el uso del controlador o amplían su campo de aplicación. Entre los periféricos conocidos se encuentran los llamados módulos de expansión, los cuales garantizan un mayor número de prestaciones que las que puede brindar el PLC por sí solo. Los módulos de expansión pueden ofrecer un mayor número de puntos de entrada y salida, diferentes. (Abierto, 2017)

Ventajas y Desventajas de un PLC

Ventajas

- ✓ Control más preciso.
- ✓ Mayor rapidez de respuesta.
- ✓ Flexibilidad Control de procesos complejos.
- ✓ Seguridad en el proceso.
- ✓ Empleo de poco espacio.
- ✓ Fácil instalación.
- ✓ Menos consumo de energía.
- ✓ Mejor monitoreo del funcionamiento.
- ✓ Menor mantenimiento.
- ✓ Detección rápida de averías y tiempos muertos.
- ✓ Menor tiempo en la elaboración de proyectos.
- ✓ Posibilidad de añadir modificaciones sin elevar costos.
- ✓ Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómata

Desventajas

- ✓ Mano de obra especializada.
- ✓ Centraliza el proceso.
- ✓ Condiciones ambientales apropiadas.
- ✓ Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas. (Guamán E, 2013)

Programación del controlador lógico programable

Programar un controlador consiste en introducirle una secuencia de órdenes (instrucciones) obtenidas a partir de un modelo de control, según una codificación determinada (lenguaje) que por su forma puede ser:

- Literal, o de textos
- Gráfica, o de símbolos

Cada instrucción del programa consta de dos partes: el código de operación, que define qué se debe hacer y el código de los operandos (generalmente identificados por su dirección), que indican las constantes o variables con las que se debe operar. En definitiva, el usuario introduce su ley de mando en la unidad de programación mediante un programa (secuencia de órdenes) codificado según el lenguaje (conjunto de símbolos).

La unidad de programación compila o convierte el programa a los códigos binarios que realmente son entendibles por el controlador, los transfiere y deposita en la memoria del mismo. Estos códigos binarios, más tarde, se interpretan por el sistema operativo del PLC para poner en funcionamiento los recursos físicos (procesador, interfaces E/S, etc.) necesarios en la ejecución del programa. (Abierto, 2017)

Lenguajes de Programación

Un lenguaje de programación es el conjunto de símbolos y textos legibles por la unidad de programación, que le sirven al usuario para codificar, sobre un controlador en particular, las leyes de control deseadas. Un programa es el conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el controlador, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar la secuencia de control deseada.

El lenguaje depende del controlador empleado y de su fabricante, el cuál decide el tipo de unidad de programación (literal, gráfico) y el intérprete que utiliza su máquina. Asimismo el modelo de representación depende del usuario, que lo elige según sus necesidades o conocimientos.

Pese a ello, los lenguajes de programación para los controladores intentan ser lo más parecidos posibles a los modelos de representación usuales, a fin de facilitar la transcripción entre ambos. (Arbieto C, 2017)

El lenguaje de programación permite a un usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida.

El objetivo de la programación es crear instrucciones secuenciales (comandos) que el CPU del PLC traduce en salidas digitales que energizan y controlan máquinas específicas o procesos complejos. En el caso de los PLCs, se emplearon lenguajes más simples y fáciles de entender, como podremos ver a continuación.

- ✚ Diagrama de Funciones Secuenciales (SFC) – un lenguaje de bloques de funciones secuenciales;
- ✚ Diagrama de Bloques de Funciones (FBD) – un lenguaje de diagramas de bloques secuenciales;
- ✚ Diagramas de Tipo Escalera (LAD) – un lenguaje de diagramas de relés (denominado de tipo escalera);
- ✚ Texto Estructurado (ST) – un lenguaje de alto nivel como el del tipo de texto estructurado (similar a C y, sobre todo a Pascal);
- ✚ Lista de instrucciones (IL o STL) – lenguaje de tipo ensamblador con uso de acumuladores.

Diagrama de bloques de funciones (FBD)

Este lenguaje de programación es también de tipo gráfico, permite al usuario programar rápidamente, tanto expresiones como en lógica booleana. FBD proviene del campo del procesamiento de la señal, sin embargo, varias ramas en el programa a crear. Es un lenguaje de alto nivel que permite resumir funciones básicas en bloques de modo que el usuario solo se preocupa por una programación funcional de su rutina. De este modo, es ideal para usuarios que no tengan habilidades avanzadas en programación y para aquellos procesos de baja complejidad.

En el siguiente esquema se presenta un ejemplo de un programa construido utilizando este lenguaje de programación

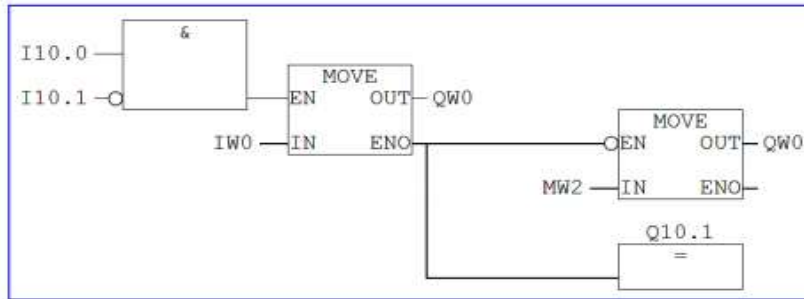


Ilustración 6 Ejemplo del lenguaje FBD del STEP 7

Diagramas de Tipo Escalera (LAD)

El lenguaje tipo escalera es un lenguaje gráfico, que pueden soportar casi todos los PLCs. Es un lenguaje de conexión gráfica entre variables de tipo Booleano, comparable a los antiguos controladores de tipo relé, donde se representa el flujo de energía en diagramas de circuitos eléctricos. Este lenguaje de programación es utilizado para la mayoría de las señales Booleanas y prácticamente no se utiliza para trabajar con variables analógicas.

Dentro las características de este tipo de lenguaje se encuentran el uso de barras de alimentación y elementos de enlace y estados (flujo de energía); la posibilidad de utilizar contactos, bloques funcionales y bobinas; así como de evaluar las redes en orden, de arriba abajo o de izquierda a derecha. Es uno de los lenguajes más utilizados en la industria debido a su simplicidad, soportado, disponibilidad y legado.

Para STEP 7, este lenguaje se conoce como LAD (Ladder Logic). Además, la siguiente figura muestra un ejemplo de un programa.

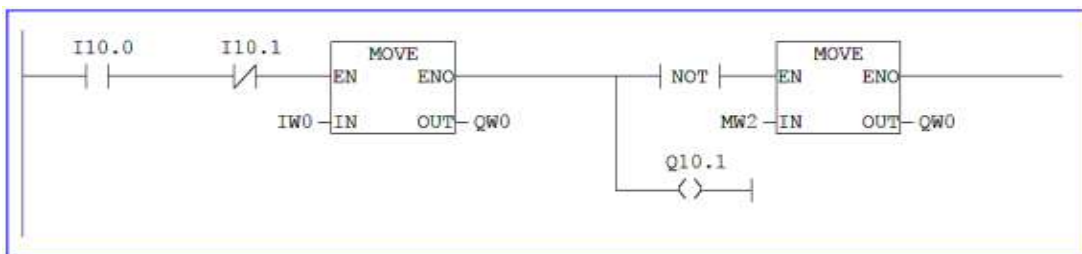


Ilustración 7 Ejemplo del lenguaje LAD del STEP 7

Elementos de programación tipo escalera (LAD)

Para programar un PLC con LADDER, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. En la tabla se puede observar algunos de los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

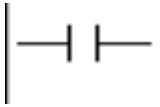

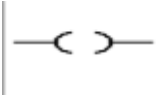
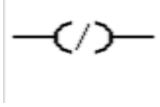
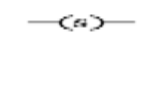
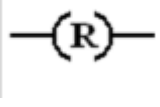
Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada

Ilustración 8 Elementos de programación (Guamán E, 2013)

Siemens.

Siemens es un conglomerado de empresas alemana con sedes en Berlín y Múnich considerada como la mayor empresa de fabricación industrial de Europa con 190 sucursales a lo largo del mundo.

Siemens opera en 4 sectores principales: el sector industrial, energético, de salud (Siemens Healthineers) y de infraestructuras y ciudades. La empresa se caracteriza por el desarrollo de equipamiento de diagnóstico médico generando un 12% de beneficios después de su división de automatización industrial. Es una de las compañías más grandes del mundo en ingeniería eléctrica y electrónica. (Import Soluciones, 2020)

Logo siemens

Es un módulo lógico, es decir, un controlador lógico programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. Pero la palabra clave e importante es programable, que no programado. Por tanto es necesario programar el LOGO para que este realice una tarea.



Ilustración 9 Logo Siemens. (Siemens, 2014)

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO se le va a dar como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO va a dar unos datos de salida.

Esto en el mundo real se traduce en unos pulsadores, manetas, sensores etc. (datos de entrada), un procesamiento en el LOGO y una activación o no de salidas de relé (datos de salida).ver ilustración 5. (Siemens, 2014)

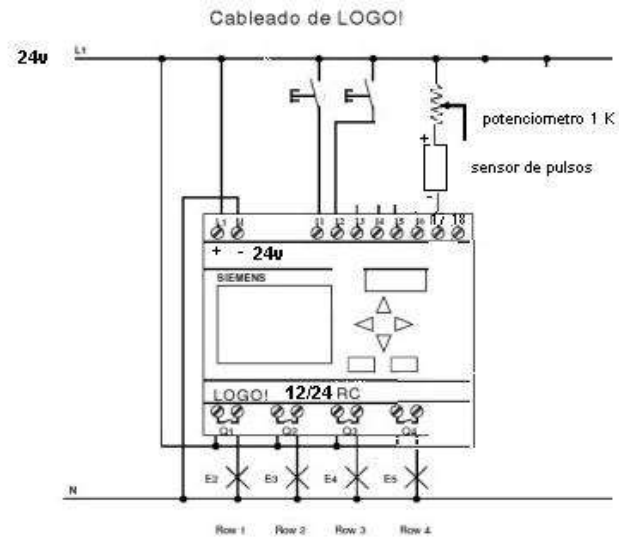


Ilustración 10 Esquema básico de conexión. Fuente: (Siemens, 2014)

Ventajas.

1. Son aparatos asequibles en precio.
2. Por ser programable, es flexible y versátil. Puedes hacer muchas cosas con ellos.
3. Ahorra mucho cableado.
4. Es mucho más fácil de mantener en caso de tener que realizar modificaciones.
5. Es escalable: se pueden añadir más o menos entradas y salidas.
6. Puede tener una pantalla asociada de mando.

Desventajas.

Básicamente tiene una: no vale con tener un destornillador y un multímetro, sino que hay que saber programarlos y esto implica:

1. Quitar miedo a la programación, que no muerde, aunque la gente lo piense.

2. Una curva de aprendizaje para dominarlo (leerte el manual no es suficiente).
(Siemens, 2014)

Elementos principales para programar un PLC

Módulo de Ampliación

Debido a que el proyecto requiere más de las entradas que ofrece el módulo lógico, se decidió acoplar un módulo de expansión para tener las entradas necesarias y programar la rutina. Los módulos de expansión permiten configurar un LOGO configuración.

La consecuente arquitectura modular de LOGO le otorga una flexibilidad extraordinaria: una extensa gama de módulos permite la ampliación personalizada de LOGO hasta 24 entradas y 16 salidas digitales, así como 8 entradas y 2 salidas analógicas. (calimport, 2018)



Ilustración 11 Modulo de Ampliación (calimport, 2018).

Sensores

Sensor De Nivel De Liquido.

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente. Los Sensores de nivel se dividen en dos tipos principales. Los Sensor de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en

un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo.

Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual. (Company, 2003, 2021)

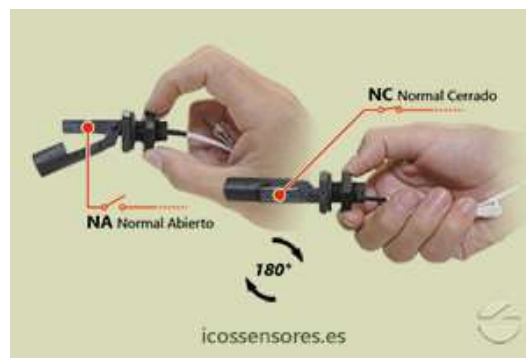


Ilustración 12 Sensor de nivel-montaje lateral (eicos, Sensor de nivel de líquido, s/f)



Ilustración 13 Sensor de nivel-montaje vertical (eicos, Sensor de nivel de líquido, s/f)

Los sensores son muy importantes en la industria economizan y ayudan a mejorar la producción, los sensores no solo son utilizados en la industria existen otras áreas más como la industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc.

Relé

El relé es un interruptor eléctrico que permite dejar pasar y también parar la corriente eléctrica dentro de un circuito eléctrico. Cuando el relé se encuentra cerrado, la corriente eléctrica puede pasar, y cuando se abre hace que dicha corriente sea interrumpida.

Este tipo de dispositivo electromagnético se acciona eléctricamente, y no puede hacerse manualmente.

Existen diferentes tipos de relés en función de su aplicación. Estas son algunas de sus clasificaciones:

- Relés electromecánicos: dentro de esta clase de relés, podemos encontrar diferentes tipos, por ejemplo, de núcleo móvil, reed, polarizados, de tipo armadura, etc.
- Relés de estado sólido: este tipo de dispositivo es utilizado cuando se necesita una velocidad mayor de conmutación, es decir, cuando hay un uso continuo de los contactos del relé.
- Relé temporizador: estos relés se emplean cuando tanto la conexión como la desconexión se hace pasado un tiempo específico.
- Relés térmicos: la principal aplicación para este tipo de relé, es en los motores de sobrecargas, y su función es protegerlos. Estos relés están formados por unas láminas metálicas colocadas en su interior. La función de estas láminas es que se vayan deformando a causa del calor, para que cuando esa deformación llegue a un punto determinado haga que el circuito se abra y no permita el paso de la corriente.
- Relé Arduino: en esta clase de relé se necesita una placa de Arduino para poder controlar el relé.
- Relés de corriente alterna. (Helloauto, 2021)

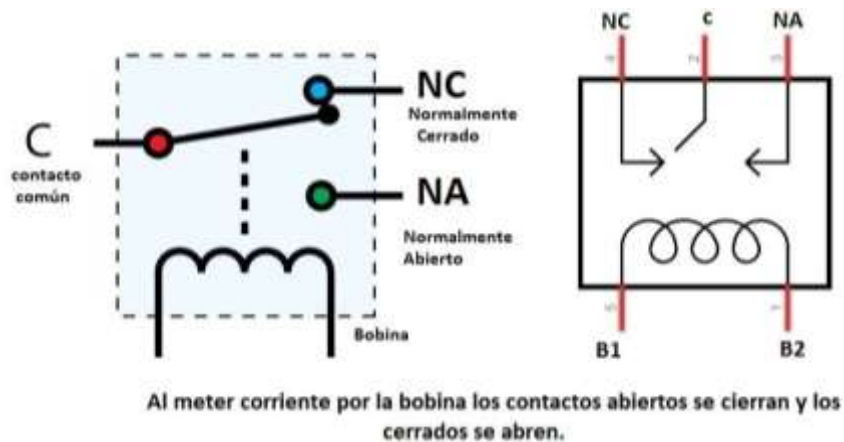


Ilustración 14 Estructura Interna de un relé. Fuente: (Areatecnología, s/f)

Los relés se utilizan en la automatización permitiendo controlar una gran cantidad de electricidad operando con una cantidad muy pequeña. El relé brinda mayor seguridad en distintos dispositivos que funcionan con el uso de energía eléctrica, ya que sus contactos permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos (es decir, generar o interrumpir la conexión).

Electroválvulas

Cuando hablamos de una electroválvula, nos referimos a un dispositivo electromecánico diseñado para controlar el flujo que circula por un conducto. Por lo habitual, solamente dispone de las posiciones de abierto y cerrado.

Este tipo de válvulas se mueve por la acción de una bobina solenoide. Esto las diferencia de las válvulas motorizadas, con un motor que acciona el mecanismo y les permite tener posiciones abiertas o cerradas. (Arco, 2020)

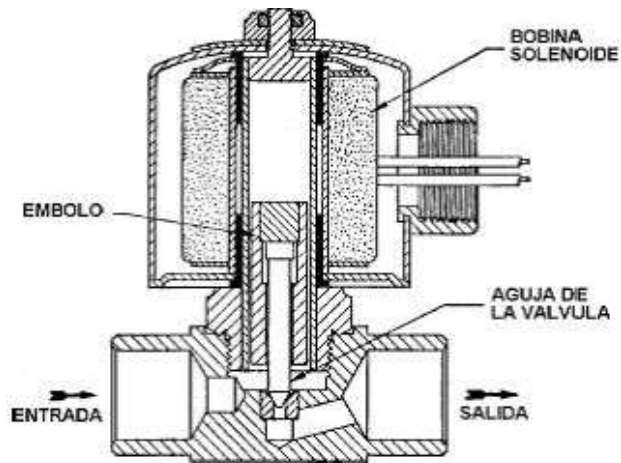


Ilustración 15 Estructura interna de una electroválvula. Fuente: (Montaño, 2011)

Las electroválvulas son esenciales para programar con PLC, estas vienen integradas con un solenoide para su accionamiento. Esto permite con mayor facilidad que sean comandadas desde un controlador lógico programable, logrando regular e impedir el paso de fluidos.

Actuadores Neumáticos

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas. A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Los actuadores se dividen en 2 grandes grupos:

- ✓ Cilindros
- ✓ Motores

Motores

Para este proyecto se implementarán motores, para ello empezaremos con la definición:

Motor de engranajes

Un motor de engranajes es un tipo de motor eléctrico. Como todos los motores eléctricos, usa el magnetismo producido por una corriente eléctrica que gira un rotor que está conectado a un eje. La energía es transferida desde el rotor al eje y luego es usada para

darle energía a un dispositivo conectado. En un motor de engranajes, la energía de salida es usada para girar una serie de engranajes integrados en un mismo tren. Hay numerosos tipos de motores de engranajes, pero los más comunes son los AC (de corriente alterna) y los DC (de corriente directa). (PuroMotores, 2017)



Ilustración 16 Agitador Mezclador con engranajes. (Peron, 1669)

Función

En un motor de engranajes, la corriente magnética (que puede ser producida tanto por magnetos permanentes o por electro magnetos) hacen girar los engranajes que están tanto en una unidad reducida o en una caja integrada de engranaje. Un segundo eje está conectado a estos engranajes. El resultado es que los engranajes aumentan enormemente la cantidad de torsión al mismo tiempo que el motor es capaz de producir simultáneamente una reducción

de la velocidad de salida del motor. El motor no necesita extraer tanta corriente para funcionar y se moverá más lentamente, pero entregará mayor torsión. (PuroMotores, 2017)

Usos

Los motores de engranaje son usados comúnmente en el manejo de cintas transportadoras, aparatos eléctricos caseros, en elevadores para lisiados y plataformas, equipo médico y de laboratorio, herramientas mecánicas, máquinas de empaque y prensas de imprenta. Un tipo especial de motor de engranaje, el servo motor, entrega más poder en un formato compacto y preciso y es usado cuando se necesita un motor que dé una rápida y adecuada respuesta. (PuroMotores, 2017)

Accesorios eléctricos

Entre los más utilizados tenemos los siguientes:

- a) Pulsadores: Son dispositivos utilizados para el mando de los procesos, este permite el paso o interrupción de la corriente eléctrica, permitiendo tener una señal ON/OFF.
- b) Luz piloto: Son accesorios que permiten conocer el estado del proceso mediante la emisión de luz.
- c) Borneras: Las borneras son utilizadas para facilitar las conexiones entre los actuadores eléctricos y el controlador.
- d) Cable: Es el medio por el cual fluye la energía eléctrica desde la fuente de poder hasta los actuadores eléctricos. (Guamán E, 2013)

Final De Carrera.

Dentro de la automatización industrial existen múltiples dispositivos electrónicos que facilitan los procesos de producción. En este caso hablaremos de los finales de carrera que hoy en día son imprescindibles en muchos de los mecanismos empleados en cualquier tipo de industria.

Un final de carrera o interruptor de posición, es un sensor que detecta la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico. Así pues, además de ser los sensores más instalados en el mundo, no dejan de ser sensores de contacto que necesitan estar en contacto con el objeto para detectar la llegada de un elemento móvil a una determinada posición.

La salida de los finales de carrera es binaria y la única información que nos da, es si el objeto está en una posición determinada o no. Hablando en términos tecnológicos, los finales de carrera son sensores electromecánicos y por lo tanto, disponen de partes mecánicas enlazadas a partes eléctricas. Ver ilustración 11 (Final de carrera, 2018)

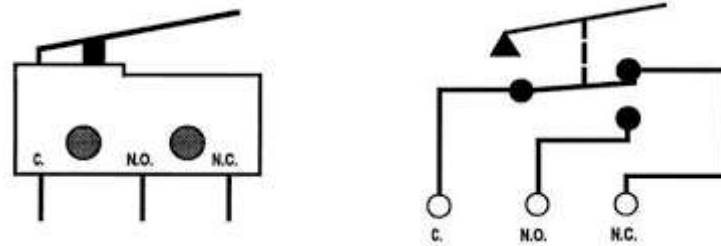


Ilustración 17 Esquema eléctrico de final de carrera. Fuente: (Sensor final de carrera, 2020)



Ilustración 18 final de carrera (s/f)

Paro De Emergencia.

Según la norma EN ISO 13850, la función de parada de emergencia sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina o en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona.

Para ello se necesitan unidades de mando que estén equipadas con un pulsador tipo champiñón rojo y un fondo amarillo. La función de parada de emergencia puede utilizarse en general como medida de seguridad complementaria a las funciones de protección directas, como los interruptores de seguridad instalados en puertas de protección que neutralizan las situaciones de peligro sin necesidad de que la persona actúe. Ver ilustración 12 (Paro de emergencia)



Ilustración 19 Paro de emergencia. Fuente: (Paro de emergencia, s.f.)

Borneras.

Los bornes o borneras de conexión eléctrica son los contactos que se utilizan para derivar la energía producida por una pila hacia dispositivos como baterías, motores o u otros aparatos eléctricos. De este modo, los cables alimentan con electricidad a los terminales para permitir su funcionamiento óptimo. Las borneras de derivación son borneras especialmente diseñadas para redes eléctricas y sistemas de cableado de baja tensión que permiten la derivación de la corriente eléctrica hacia otro cable. (Borneras, 2021) (Ver ilustración 20)

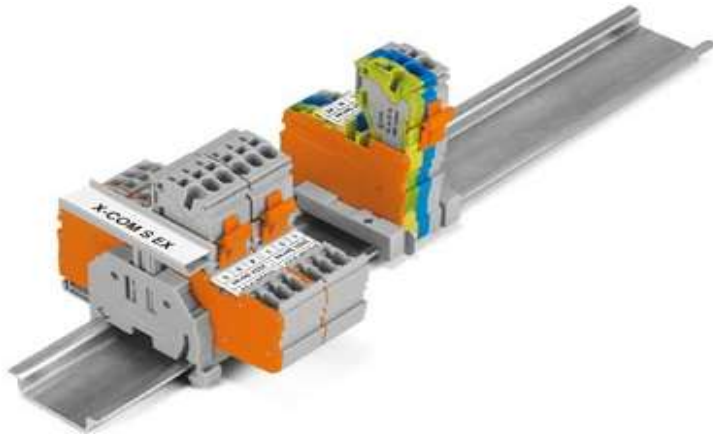


Ilustración 20 borneras de carril DIN X-COM S. Fuente: (Cámara, 2013)

Temporizador PLC

Se trata de un dispositivo diseñado para controlar conexiones y desconexiones en circuitos eléctricos. Esta regulación, en las conexiones, depende de una programación previa de tiempo. Esta función los hace vitales en los procesos automatizados de muchos tipos.

Los temporizadores PLC funcionan mediante un contador de tipo binario que mide pulsos. El tiempo que se programe para la tarea depende del proceso a controlar. Este es un factor importante, pues el temporizador, a diferencia de otros dispositivos, la programación previa es esencial.



Ilustración 21 Relé temporizador. (Web, 2021)

Tipos de temporizadores PLC

En el sector industrial el uso de temporizadores en PLC depende en gran medida del tipo de proyecto a trabajar. Y es que al final, la cantidad de temporizadores a programar en PLC dependerá mucho del tamaño.

De forma general, existen 4 tipos de temporizadores:

Temporizador térmico

Como lo indica su nombre, actúa a partir de calentamiento, el tiempo se determina mediante la curvatura que adquiere una lámina que cambia su temperatura.

Temporizador magnético

Se utiliza para controlar procesos de tipo térmico y opera ensartando en su núcleo un tubo de cobre que puede variar en espesor.

Temporizador neumático

Este tipo de temporizador usa la acción de un fuelle que se comprime y ocupa su posición mediante la ejecución de un electroimán.

Temporizador electrónico

Se utiliza la descarga de un condensador mediante resistencia. Es posiblemente de los temporizadores más conocidos dentro y fuera del sector industrial.

Actualmente existen muchas opciones para adquirir temporizadores PLC. En la industria actual, el temporizador PLC SIEMENS suele ser una opción adecuada para variados tipos de proyectos automatizados, por su relación costo beneficio. Sea cual sea el proceso de producción, conviene asesorarse con AUTYCOM en esta materia para aprovechar los mayores beneficios de esta tecnología. (Mayur, 2020)

Conductores eléctricos

Son los canales de conducción de la corriente eléctrica. Nos sirven para conectar todos los demás elementos que forman el circuito, con ellos se establece el camino que deben recorrer los electrones desde la fuente de alimentación.



Ilustración 22 conductores eléctricos

El calibre de alambre estadounidense (CAE, en inglés AWG - American Wire Gauge) es una referencia de clasificación de diámetros. En muchos sitios de Internet y también en libros y manuales, especialmente de origen norteamericano, es común encontrar la medida de conductores eléctricos (cables o alambres) indicados con la referencia AWG.

Los calibres en AWG representan en aproximación los pasos de estirado del alambre; de ahí que dicha escala sea regresiva, es decir un número mayor representa, un conductor de tamaño más pequeño.

Los calibres originales fueron el 36 AWG y el mayor 4/0 AWG. Después de este el tamaño de los conductores se define directamente por su área de sección transversal. Cuanto más alto es este número, más delgado es el alambre. El alambre de mayor grosor (AWG más bajo) es menos susceptible a la interferencia, posee menos resistencia interna y, por lo tanto, soporta mayores corrientes a distancias más grandes. (Matinez C, 2014)

Automatización en la Industria de Pinturas

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.

La automatización industrial tiene como principal objetivo fabricar el mayor número de productos en el menor tiempo posible, reduciendo costos y garantizando calidad. La estructura organizativa de las empresas hoy en día cuenta con una clara relación entre los

conceptos de procesos automáticos, para ello implementan equipos que desarrollan de forma coordinada cada uno de los productos que se van a producir, qué cantidad de producto debe fabricarse, así como especificar el tiempo empleado y el lugar en que se llevarán a cabo dichas operaciones.

En la industria existen problemas de control que se plantean en diferentes tipos de industrias. Las industrias relacionadas con la automatización son principalmente la industria manufacturera y la industria de procesos. La industria manufacturera se caracteriza por la presencia de máquinas herramienta de control numérico por ordenador como núcleo de sistemas de fabricación flexible. En esta industria, destaca el uso de estaciones robotizadas en tareas de soldadura al arco o por puntos, pintura, montaje, etc., de forma que en la actualidad la necesidad de automatización es elevada si se desea ofrecer productos de calidad en un entorno competitivo. (Abierto, 2017)

Industria elaboradora de pinturas

La industria de pinturas elabora una amplia gama de productos, entre los que destacan las pinturas (base agua o solvente), barnices, lacas y esmaltes. Estos productos presentan una amplia clasificación de acuerdo a su uso, ya sea industrial (minería, industria pesada, construcción naval, industria en general) o decorativo (arquitectónico, uso doméstico). También son clasificados según el vehículo o disolvente base (agua o solvente), que se evapora luego de la aplicación del producto.

Existen también otros recubrimientos o pinturas especiales, de tipo no volátil, los que se clasifican de acuerdo al método de curado o endurecimiento. Estos incluyen las pinturas en polvo, recubrimientos curados por radiación y pinturas catalizadas. Según lo anterior, el mercado que atiende el sector Pinturas se encuentra principalmente en:

Sector industrial

- Industria automotriz y del transporte.
- Industria de electrodomésticos, de artículos eléctricos/electrónicos.
- Industria de grifería y sanitarios. ⇒ Industria de muebles.
- Industria de la construcción. (Abierto, 2017)

Materias primas

Se consideran materias primas a todas aquellas sustancias o materiales utilizados para elaborar los productos al interior de una fábrica de pinturas. Por su composición química, características y papel que desempeñan para la formulación de una pintura, se agrupan en cuatro diferentes categorías: pigmentos, aglutinantes, solventes y aditivos menores. Cabe mencionar que según la clase de pintura que se produzca y las propiedades que se busca que reúna se emplean diferentes materias primas y se mezclan en distintas proporciones, por lo que se recomienda saber cuál es el papel que desempeña cada componente al momento de elegir una pintura pues de esta manera se puede tener mayor claridad respecto al tipo de resultados que se pueden esperar al utilizar esa pintura en específico. (coatings, 2017)

Los pigmentos son los encargados de darle color a la pintura, pero no sólo eso, también le aportan otras características como poder de recubrimiento, incremento de propiedades anticorrosivas y estabilidad ante la exposición a diferentes agentes químicos y condiciones ambientales diversas.

La industria de pinturas, considerada como una importante actividad económica, elabora una amplia variedad de productos como pinturas, barnices, lacas y esmaltes. Los productos de esta industria pueden ser clasificados dependiendo del tipo de uso que se le dé, así como el vehículo o disolvente que empleen para su adhesión a la superficie de trabajo, el que se evapora después de la aplicación del producto.

Los aditivos menores son sustancias añadidas en pequeñas dosis para desempeñar funciones específicas, que no cumplen los ingredientes principales. Entre los más utilizados se encuentran los materiales secantes, plastificantes y anti sedimentables. (coatings, 2017)

I. Preguntas de investigación o Hipótesis

1. ¿Cuáles son las debilidades que generan la imperfección en el proceso de mezcla de pintura que se realiza en el centro de pintura?
2. ¿Establecer propuestas de mejora al centro de pinturas permitirá obtener un producto terminado de mejor calidad?
3. ¿Cuál será el funcionamiento que tendrá el sistema a través de la simulación?

Matriz de Operacionalización de Variables (MOVI)

Objetivo general: Proponer un sistema de control mezclado y envasado de pintura automovilístico utilizando el logo siemens A8 en el centro de pinturas Fénix ubicada en el mercado Roberto Huembés

Objetivos específicos	Variable conceptual	Subvariables o dimensiones	Variables Operativa o Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e Información.
Objetivo Específico Número 1. Analizar las debilidades que existen en el proceso de mezcla para la implementación del sistema automatizado.	1. Debilidades que existen en el proceso de mezcla	1.1. Debilidad en el proceso de mezcla. 2. Ineficiencia en el producto.	1.1.1. Dificultades presentadas en la preparación de la mezcla.	Entrevista. Observación.
			1.1.2. Es poco probable que pueda repetirse el tono deseado por segunda vez.	Observación. Entrevista.
Objetivo Específico Número 2. Establecer propuestas de mejora al centro de pinturas que permitan un proceso de mezcla más eficiente y eficaz.	2. Propuestas de mejoras al centro de pinturas.	2.1. Calidad del proceso. 3. Tiempo de trabajo.	2.1.1. Obtener Mayor calidad en la mezcla.	Encuesta. Entrevista.
			2.1.2 Reducir el tiempo del proceso.	Entrevista. Encuesta.
Objetivo Específico Número 3. Demostrar a través de una maqueta el funcionamiento del sistema.	Funcionamiento del sistema.	3.1. Automatización del sistema.	3.1.1 Funcionamiento del proceso automático.	Encuesta. Observación.

VII. Diseño metodológico

Enfoque de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación se implementó el enfoque mixto puesto que se integrarán técnicas cuantitativas como cualitativas en la recolección de los datos

Es cuantitativo, porque se realizarán mediciones numéricas de las variables del estudio. Es cualitativo, porque analizará un fenómeno que es estudiado mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas (Fernández y Díaz, 2002). Por medio de la entrevista se determinarán las debilidades que existen en el proceso de mezcla de pinturas. Este tipo de enfoque se define por separado comprendiendo el uso de ambos enfoques y, posterior de forma conjunta tiene un proceso deductivo, ya que se presenta un problema, en el cual se realiza un estudio específico sobre el tipo de componente electrónico que se implantarán en el sistema, para llevar a cabo el proyecto mejorando así la calidad de trabajo. Este estudio se desarrollará en un marco teórico.

Tipo de investigación

Esta investigación es descriptiva, ya que este tipo de estudio analiza cómo se manifiesta un fenómeno estudiando las principales necesidades presentes en el centro de pinturas, en el cual por medio de la observación se establecen propuestas de mejoramiento para lograr mejorar el proceso de mezcla de pinturas. Este diseño no es experimental, porque no se realizará la manipulación deliberada de las variables de estudio, sino que se plantea un problema y para su posterior análisis se utiliza la recolección de datos.

Universo y muestra

El universo está presentado por todos los trabajadores del centro de pinturas Fénix y la muestra está conformada por el propietario del centro y el número de trabajadores.

Instrumentos y recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos que se utilizaron en este estudio fueron:

- Entrevista: Fue dirigida al propietario del centro de pinturas.

- La observación: La observación se hizo analizando las principales dificultades de trabajo realizada por la persona encargada, definiendo el modo en que se lleva a cabo el proceso, logrando una comprensión total del trabajo.
- Encuestas: La encuesta se hizo directamente a los trabajadores del centro, la cual se utiliza con el objetivo de comparar y verificar la información de la entrevista acerca del beneficio que tendrá el sistema.
- Datos Secundarios: Se hizo mediante la búsqueda y la examinación de documentos elaborados relacionados con la investigación.

Plan de tabulación análisis

A partir de los datos recolectados, se plantea diseñar un sistema, implementando las distintas herramientas que permitan lograr el diseño y el funcionamiento del proyecto. Una vez demostrado la calidad del estudio, se realizará el análisis de la investigación, definiendo cada uno de los objetivos específicos, utilizando el proceso descriptivo, además se realizarán gráficos del tipo: pastel y tablas.

El centro de pintura Fénix, ubicada en Roberto Huembés en Managua cuenta con una extensión de 9 m de largo por 6 m de ancho, donde se realizan distintos colores de pintura. Es una empresa de servicios automotrices, arquitectónicos e industriales que se estableció a principio del 2011 con la intención de cubrir las necesidades y la búsqueda de mejoras continuas en el sistema Poliuretano de alta calidad como una de las principales fuentes de tecnología en el mercado automotriz. Está administrada por el propietario, que a su cargo tiene 10 trabajadores fijos de los cuáles solo uno realiza las labores de mezcla.

El Proceso de mezcla que se realiza en el centro de pinturas se da de manera manual en donde antes de realizar la mezcla de pintura, es primordial saber el color correcto del vehículo. Las pequeñas variaciones que existen en una misma gama cromática hacen que dar con el color exacto sea crucial para que no haya diferencias de tonalidad.

Cada una de las herramientas metodológicas utilizadas en el análisis se llevó conforme al orden de los objetivos específicos.

Equipos y dispositivos propuestos

<u>N° de ítem</u>	<u>Descripción</u>	<u>Modelo</u>	<u>Características</u>
01	Logo siemens A8	24CDC	-Posee 8 entradas -Tiene 4 salidas -Puede encontrarse con la pantalla LCD o sin ella -Puede conectar a través de una conexión Ethernet
01	Módulo de expansión	DM16 24R	-Ampliación de 8 entradas -Ampliación de 8 salidas
04	Bomba de pintura	Lutz jesco (ED-E-SR)	-Funcionamiento suave - Flujo de volumen uniforme -Limpieza fácil y rápida -Poco desgaste -Tubo exterior fácilmente desmontable
04	Electroválvula	½ pulgada 12 v	-Entrada y salida de manguera de media -Uso: fluidos de agua y viscosidad -Modo de operación normal cerrado, presión de 0.2 a 0.8 mPa
01	Manguera 1cm(10mt)	PVC-P(vinilo)	-Flexibilidad media -Resistencia abrasión alta -Resistencia de succión alta -Rigidez alta
05	Pulsadores con luz piloto	Schneider	-Normalmente abierto
01	Sensor de contacto inductivo	NPN Lj 12a3	-Funciona de 6 a 36 V. -Distancia de detección de 4 mm
08	Sensor capacitivo	PNP Lj18a3	-Función de 6 a 24 V. Distancia de detección de 10 mm
01	Fuente de poder Mean weell	MDR-60-12	-P: 60W, -Voltaje de salida: 12v(12...15VDC) -Corriente de salida:5 ^a
01	Cooler Master V8	RR-UV8-XBU1-GP	-Ruido: 17-21dBA -velocidad: 800-1800 r.p.m -Flujo de aire:118.40 m3/h
01	Paro de emergencia	Schneider	-NC
01	Riel para logo		

VIII. Desarrollo

Estructura del desarrollo



Ilustración 23 estructura de desarrollo

Conocer las necesidades presentes en el Centro de Pintura Fénix.

Este proyecto de seminario de graduación es propuesto para ser desarrollado en el Centro de Pinturas Fénix, al cual se pretende implementar un sistema de control para el mezclado y envasado de pintura. La elección de este centro fue debido a las dificultades presentes en el proceso de elaboración y mezclas de tonalidades de pinturas lo cual es trascendental para el implemento de automatización.

El Centro de Pinturas Fénix ubicada en el departamento de Managua, mercado Roberto Huembés es una empresa de servicios automotrices, arquitectónicos e industriales que se estableció a principio del 2011 con la intención de cubrir las necesidades de estos segmentos y la búsqueda de mejoras continuas en el sistema Poliuretano de alta calidad como una de las principales fuentes de tecnología en el mercado automotriz, ante un mercado dinámico ha venido creciendo día a día incluyendo nuevos productos como abrasivos sólidos y flexibles a precios de mayoristas.

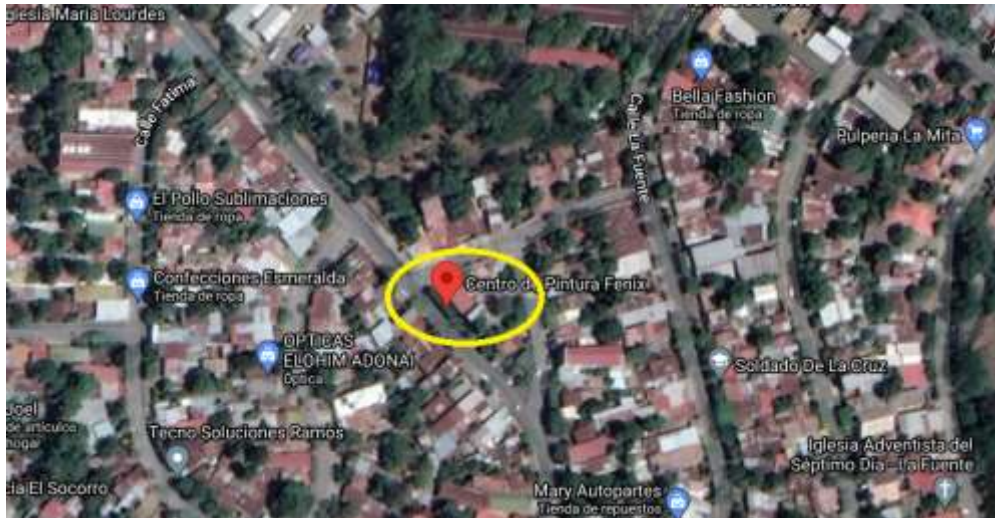


Ilustración 24 ubicación del centro de pinturas

El centro de Pinturas fénix cuenta con un sistema tradicional a manera manual en la elaboración de mezclas de pinturas automovilístico el cual es llevado a cabo por el ingeniero químico de dicho centro. Este proceso no es muy fiable ya que se requiere del contacto directo con las sustancias tóxicas que se requieren para la elaboración de pinturas.

Es importante mencionar que la producción actual en el centro de pinturas fénix es muy variable y depende directamente de la demanda semanal. Se surte producto a los clientes de lunes a sábado en base al consumo observado en semanas anteriores. Debido a que el proceso de mezclado es manual se presentan problemas como son: precisión al momento de mezclado, higiene y velocidad.

En términos de higiene es que el producto es realizado a base manual lo cual provoca que el producto este en contacto directo con el operador y con la atmósfera. Por otra parte, se presenta derramamiento del producto teniendo así inconvenientes en cuanto al desperdicio, limpieza del área de trabajo y la parte exterior del envase. Esto último puede afectar la presentación del producto ya que la etiqueta se puede llegar a desprender.

En cuanto a la precisión del llenado y mezclado se tiene problema de depender de la capacidad y juicio del operador que a su criterio realiza el proceso de mezclado del producto, lo cual estadísticamente lleva a un proceso fuera de control.

La velocidad del proceso de mezclado no satisface la demanda. La contratación de más personal posiblemente solucionaría el problema de la velocidad de capacidad, sin embargo, no así el de la higiene y precisión. Además, aplicaría un incremento en el costo que a largo plazo no justificaría los beneficios.

El diseño de la máquina pretende resolver estos problemas, ya que el proceso no sólo va a cumplir los requerimientos higiénicos de acuerdo a las especificaciones de la industria, si no también, proporcionará un control consistente de mezclado y una velocidad que sobre pasa las expectativas.

Para justificar el estudio de campo y la necesidad de implementar una máquina automatizada que ayude al desempeño en general del centro y al de sus colaboradores, se realizará una encuesta y una entrevista en esta participarán el propietario y algunos de los colaboradores involucrados en la elaboración del proceso de pinturas.

Entrevista

Entrevista realizada al propietario del centro de pintura fénix sobre un sistema de mezcla de automático.

La entrevista fue dirigida al propietario del centro de pinturas, el cual se le solicito debido a su experiencia y algunas de las personas involucradas con el proceso de mezcla de pinturas, teniendo resultados positivos con respecto al tema de una máquina capaz de realizar de manera limpia, segura y eficaz de mezclado y envasado de pinturas para su despacho.

La entrevista conto con las siguientes preguntas.

¿Qué es para usted un sistema automático?

Es una manera de controlar un proceso o que una maquina realice una tarea de manera automática.

1. ¿Ha realizado algún proceso de control automatizado en la mezcla de pinturas?

Ninguno, no hemos implementado ningún sistema automático en la mezcla, todo el proceso en la elaboración de pintura para automóviles se realiza con los conocimientos propios y de manera manual.

2. ¿Qué dificultades ha tenido al realizar el proceso de mezcla?

Antes de comenzar a realizar proceso, es necesario protegerse adecuadamente. Ya que se trabaja con elementos como pinturas y disolventes, que han causado problemas en la piel, los ojos y las vías respiratorias, también en algunas ocasiones no se ha logrado obtener la mezcla idónea y se lleva tiempo al realizar una sola mezcla.

3. ¿Cree usted que un sistema automatizado mejoraría la calidad de la tonalidad deseada en el proceso de mezcla?

Si, ya que se obtendría una mezcla idónea y se lograría mayor calidad en cada mezcla realizada por el sistema en menos tiempo.

4. ¿Cree usted que este sistema le facilite el trabajo al personal encargado de realizar la mezcla de pinturas?

Si, ya que se evitaría el contacto directo con las sustancias químicas generadas en la composición de este producto. Por otra parte, tendría gran beneficio ya que ayudaría a ahorrar tiempo y también daría facilidades a quien se encarga de elaborar la mezcla.

5. ¿Cómo cree usted que será el funcionamiento de este sistema automatizado?

Bueno depende, lo que es automatización es un tema bastante amplio, pero si tengo conocimientos sobre automatización considerando que la mayoría de la informática son sistemas de automatización. En base a la información básica que manejo, hablaríamos de un sistema en donde la persona no interviene en el proceso de mezclado y todo sería de manera controlada a través de un sistema computarizado.

6. ¿Qué visión tiene usted hacia este proyecto?

Su proyecto es un punto de inicio en la automatización. Considero que su proyecto aporta de la forma que estamos considerando al momento. Imagínese en algún tiempo en otros centros de pintura sistemas de mezcla y envasado semis-automatizados, utilizando logo para controlar todo el sistema de manera automática sin la necesidad de que una de las personas realice el proceso de mezcla de manera manual.

En la entrevista realizada se reflejan las dificultades presentadas en el proceso de mezcla, las cuáles se indagaron a través de una entrevista al propietario del Centro de Pinturas Fénix, lo que respecta al uso de tecnología, el propietario en la entrevista plantea que posee conocimientos básicos sobre temas de automatización, por ende, no posee ningún tipo de control ni lo ha ingresado a un equipo de cómputo. Considera de gran importancia poder automatizar el proceso de mezcla y envasado, ya que optimizaría cada paso realizado y tendría una mejor consistencia en el producto.

Diagnóstico de funcionalidad.

Para este proyecto realizamos un pequeño estudio de campo, que consta de una encuesta y entrevista que se les realizó a los trabajadores y propietario de este centro de pinturas; en ella obtuvimos datos con los que conocimos un poco sobre cuál es la problemática que presenta el lugar y a raíz de esto planteamos cual sería la solución más viable, tanto para los trabajadores como para el administrador de dicho centro.

Dentro de los problemas más comunes podemos encontrar:

- El 80% de los trabajadores ha tenido inconvenientes de forma manual han tenido inconvenientes de tiempo y de salud por falta de seguridad y falta de mecanismos y un 20% no lo han tenido.

Dentro de los beneficios más comunes podemos encontrar:

- El 90% de los encuestados afirman que se mejoraría la calidad de la mezcla realizado por el sistema, y un 10% que dijo que no.
- El 100% de los trabajadores encuestados dijo que el sistema le facilitaría el trabajo al personal encargado de realizar la mezcla de pinturas.
- El 70% de los encuestados evalúan que el funcionamiento de este sistema sería de gran ayuda.

Resultados de las encuestas

En las encuestas realizadas a los trabajadores del centro de pintura Fénix, se aprecia lo siguiente:

Gráfico 1: Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores sobre el proceso de mezcla de pinturas automotriz

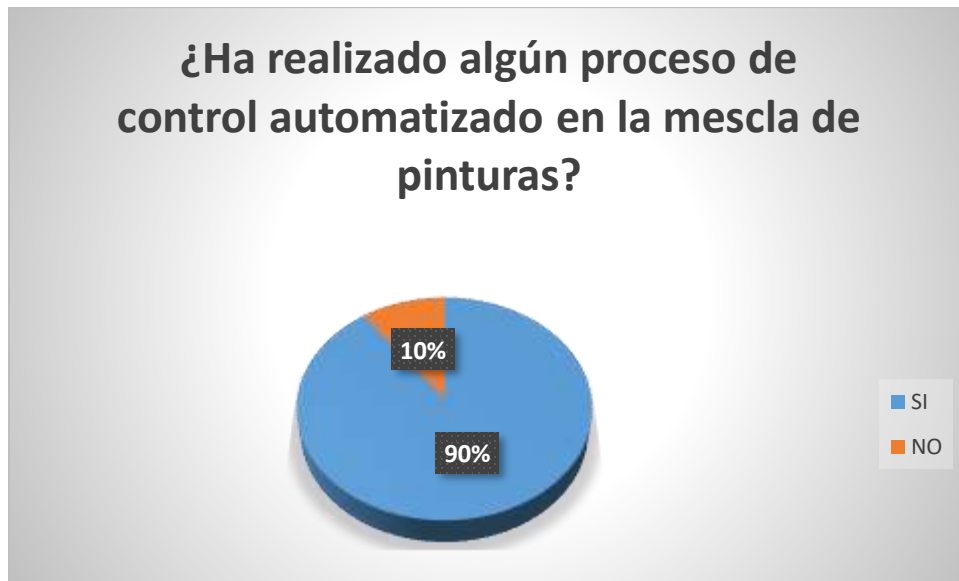


Ilustración 25 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas.

El gráfico 1, se plantea si ha realizado algún sistema automatizado para el control de mezcla y envasado de pinturas en los diferentes rubros que se emplean en el centro, obteniendo un 90% de trabajadores que afirman que no se ha realizado ningún tipo de control automático en el proceso de mezcla y un 10% que indica que sí ha realizado. Tomando en cuenta estos datos, es importante implementar un sistema que beneficie a los trabajadores y al propietario, logrando en el proceso que realizara el sistema un mejor control y mayor calidad en la preparación de la mezcla en el centro de pinturas.

El proceso de mezcla es una gran base en el centro, ya que una vez terminado el proceso se embazará tiene un soporte de lo producido y por ende un mejor conocimiento de lo que se produce, de tal manera que esto puede mejorar al capacitar o fomentar a los trabajadores

para que realicen registros específicos por rubro y así conocer con exactitud lo que se desee obtener en tiempo y forma.

Gráfico 2: Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores sobre el proceso de mezcla de pinturas automotriz.

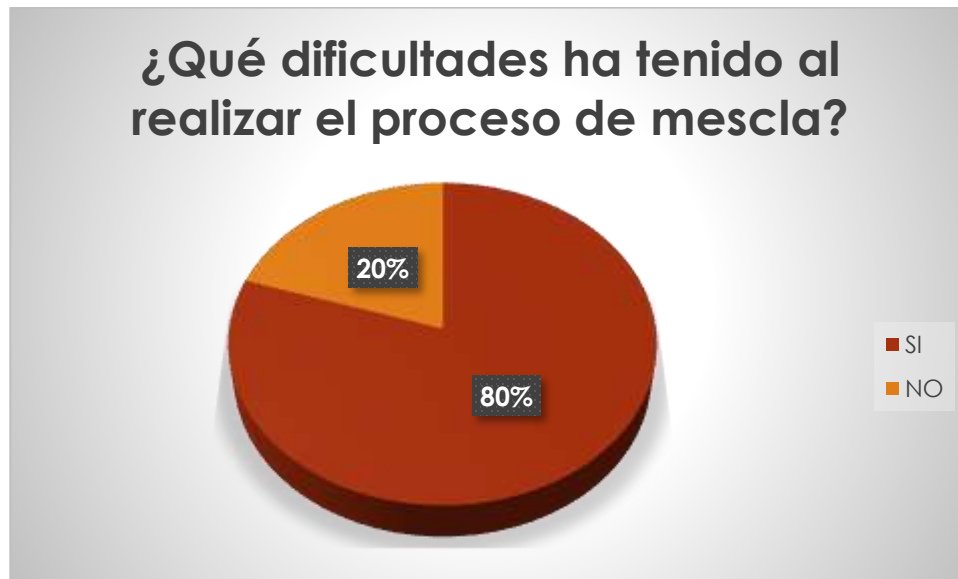


Ilustración 26 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas.

En el gráfico 2, se preguntó a los trabajadores del centro, si han tenido dificultades en el proceso de mezcla y de qué manera; de lo cual se observa que el 80% ha tenido inconvenientes de forma manual y un 20% no.

Uno de los puntos importantes es la manera en que se realizara el proceso de mezcla y envasado de pintura ya que es necesario antes evaluar la calidad de la mezcla obtenida para luego ser comercializada. Este proyecto beneficiara a los trabajadores como el propietario reduciendo las principales dificultades que se tienen en el proceso de mezcla.

Gráfico 3: Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores sobre el proceso de mezcla de pinturas automotriz.

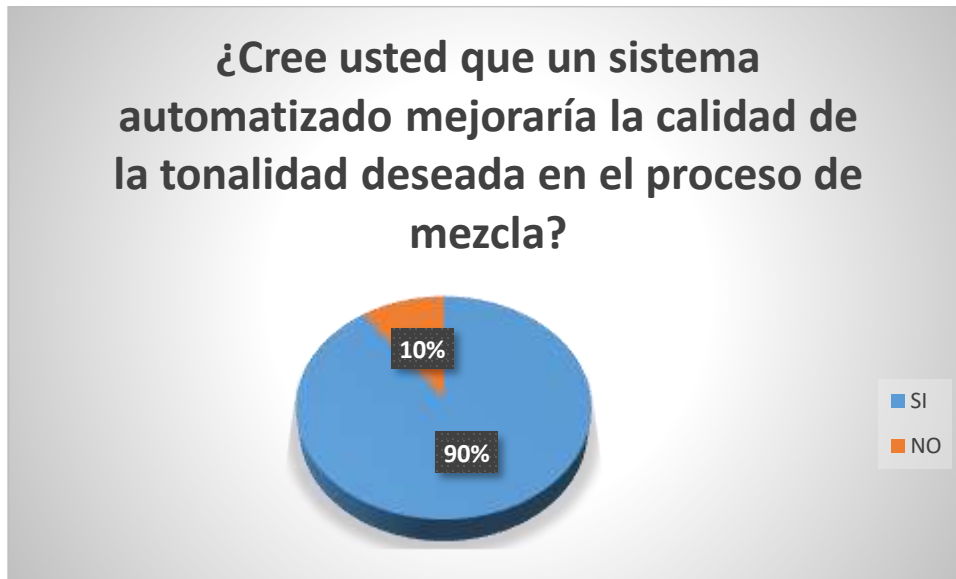


Ilustración 27 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas.

En el gráfico 3, Se les preguntó a los trabajadores si un sistema automatizado mejoraría la calidad del producto deseado, observando en el gráfico 3 el 90% afirma que “si” se mejoraría la calidad de la mezcla realizado por el sistema, y un 10% que dijo que no.

En el centro de pinturas fénix el proceso para la obtener el producto finalizado no es muy eficiente según trabajadores que laboran en dicho centro, donde el uso de herramientas para obtener la mezcla se realiza a manera manual.

Gráfico 4: Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores sobre el proceso de mezcla de pinturas automotriz.

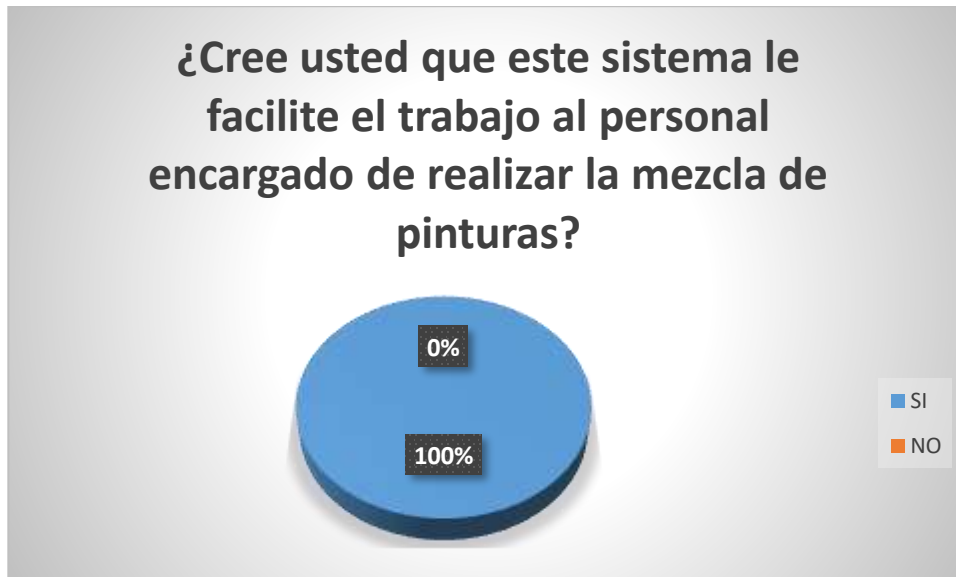


Ilustración 28 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas

En el gráfico 4, se puede observar un mayor porcentaje en la respuesta “si” en el cual se preguntó si el sistema le facilitaría el trabajo al personal encargado de realizar la mezcla de pinturas, observando el gráfico 4 el 100% de los trabajadores encuestados dijo que sí.

La persona encargada de realizar la mezcla utiliza sus conocimientos para lograr adecuadamente el producto llevando a cabo una mezcla de calidad mucho más tiempo.

Gráfico 5: Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores sobre el proceso de mezcla de pinturas automatiz.

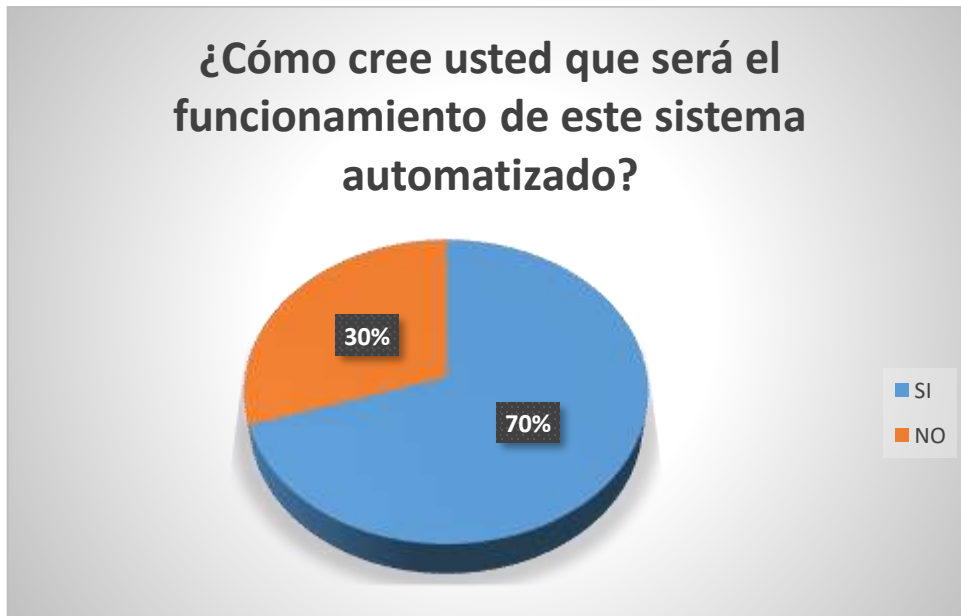


Ilustración 29 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas

En el gráfico 5, se puede observar que los trabajadores en un 70% respondieron a la encuesta. Por otra parte, sólo un 30% de los trabajadores evalúan que el funcionamiento de este sistema sería de gran ayuda, sin embargo, sería necesario dar constantes mantenimientos al sistema para que no sufra daños.

Gráfico 6: Resultados de la encuesta realizada a los trabajadores sobre el proceso de mezcla de pinturas automotriz.



Ilustración 30 Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta realizada a los trabajadores del centro de pinturas

En el gráfico 6, se puede observar que los trabajadores en un 60% consideran que este proyecto sería un inicio en la automatización en los centros de pinturas. Por otra parte, sólo el 40% determinó que hay mejores controles.

El proceso de mezcla de pinturas en Centro de Pinturas Fénix es fundamental y esta debe de cumplir con calidad y facilidad, ya sea manual o automatizado. Los sistemas automatizados son óptimos para llevar controles de máquinas, por ser éstos fáciles y rápidos y sobre todo ahorraría tiempo en su ejecución.

Propuesta de automatización

Nuestra propuesta plantea la necesidad de un sistema de control proponiendo medidas de mejora que permitan aumentar la productividad de la línea de envasado en el Centro de Pinturas Fénix.

Se tomó la información del año 2020 y de este año, hallando procesos y operaciones que no generaban valor a la línea, creando desperdicios en tiempo y recursos, y ocasionando pérdidas en las ventas por no disponer de producto justo a tiempo. Por tal motivo, se propuso un sistema de control semis-automatizado, con la finalidad de estudiar la situación actual, se analizó a detalle cada una de las etapas, iniciando desde la creación del producto hasta el proceso de envasado, se diseñó un plan de acción con el propósito mejorar y crear el producto en corto tiempo y a bajo costo, se propuso la implementación de un sistema de control mediante registro en el área de producción, se desea plantear un diseño de control visual para el personal operativo con el objetivo de manejar un solo flujo de información. Por otra parte, la idea es que la empresa comercializadora de pinturas ponga en marcha las propuestas planteadas, obteniendo resultados positivos como el aumento de la productividad en la línea de envasado y en las ventas de pinturas.

El sistema de automatización permitirá realizar una mezcla de mayor calidad en menos tiempo y como resultado se tendrá orden, organización, seguridad y mejor calidad servicio para los clientes.

Diseño de mejora

Con el análisis y priorización de los problemas, en la tabla se presenta una Propuesta de mejora para cada proceso de producción:

Antes	
Descripción	Tiempo (min)
Preparar material.	20
Preparar fórmula para el color deseado.	15
Echar formula en el vaso de mezcla.	15
Realizar proceso de mezclado.	20
Entregar producto al recipiente donde será envasado.	15
Liquidar y entregar producto terminado.	5

Después	
Descripción	Tiempo (min)
Preparar material.	10
Preparar fórmula para el color deseado.	5
Echar formula en el vaso de mezcla.	5
Realizar proceso de mezclado.	2
Entregar producto al recipiente donde será envasado.	5
Liquidar y entregar producto terminado.	5

Para lograr el objetivo planteamos el diseño de mejora que está orientada para:

1. Subir la productividad, respecto al año 2021.
2. Construir un sistema de flujo continuo de producción.
3. Reducir el tiempo o eliminar los desperdicios.

Para alcanzar estos objetivos se trabajará con todas las fuentes para reducir o eliminar los desperdicios en el menor tiempo posible, es decir a donde queremos llegar.

Esta propuesta tiene como objetivo crear un flujo de producción en la que los procesos estén adelante al proceso anterior, con la finalidad que la maquina fabrique únicamente lo necesario o lo que el cliente necesite.

Las actividades para mejorar el diseño son:

- El proceso deberá tener disponible una fórmula para comenzar a trabajar.
- Reducir o eliminar los desperdicios de cada proceso.
- Ajustar el flujo de producción.

Diseño de la programación para el sistema de control semi-automatizado de mezclado y envasado de pinturas.

Programación del PLC

Para la programación requerida en el PLC Formulamos las siguientes interrogantes:

- 1) Tiempo de trabajo; es el tiempo total de funcionamiento, este será para definir un encendido y apagado del dispositivo.
- 2) Capacidad de pigmentos; define el límite o capacidad de pigmentos que se empleara para la obtención de una receta.

Este centro de pinturas cuenta con un máximo de 10 operarios disponibles para la elaboración en las mezclas de pintura.

Programa utilizado.

El programa utilizado es el Codesys SOFT2, este programa viene incluido con el PLC que se utilizara.

Dentro de sus características esta, que podemos realizar entre programación ladder (Programación en escalera) y programación BT (programación digital compuertas lógicas. Hemos empleado la programación ladder, debido a que es más precisa y fácil de utilizar.

Para hacer la programación de Logo se utilizó el software LOGO Soft Comfort A8 de Siemens, ya que este programa es del controlador que se ha adquirido, por lo tanto, no se tuvo que investigar más a fondo sobre otro software de automatización.

Una vez sabiendo utilizar y teniendo en cuenta todas las herramientas que utiliza el autómeta pasamos a la programación que está hecha en lenguaje FUP. Este lenguaje grafico permite representar funciones complejas mediante cuadros lógicos, tiene la ventaja de ver agrupados por bloques las diferentes lógicas y tener bloques más complejos.

Software Logo Comfort A8

El programa LOGO Soft Comfort sirve para la intuitiva creación de programas para el PC. Con el software dispone de las siguientes funciones:

- Creación de programas en lenguajes FUP y KOP (conmutable). De forma prácticamente intuitiva.
- Permite la simulación de programas (offline): Para probar previamente los programas en el PC.
- Realiza Test de programas (online): Los valores actuales de LOGO! se muestran en la pantalla.
- Extensas funciones de ayuda contextual online.
- Comunicación vía módem analógico: ¡Para el mantenimiento remoto de LOGO!, permite la carga y descarga de programas y test online.
- Configuración de redes incluidas.
- Funciones de diagnóstico.
- Presentación gráfica de referencias.
- Dispone de una función modo de red para una aplicación con transmisión de datos entre varios LOGO, y también entre LOGO y controladores SIMATIC o SIMATIC HMI.
- Dispone de funciones de importación y exportación de conexiones, por ejemplo, a Microsoft Excel.
- Configura el acceso remoto vía TeleService, app, servidor web.
- Tabla de estados incluyendo su almacenamiento en el PC.
- Teclado virtual para editar textos de avisos.
- Visualiza los textos de avisos en el test online.

Instrucciones Lógicas

1. Funciones básicas (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, evaluación de flancos positivos, evaluación de flancos negativos).
2. Retardo a la conexión.
3. Retardo a la desconexión.
4. Tele ruptor.
5. Circuito de autor retención.
6. Retardo a la conexión con memoria.
7. Contador de horas de funcionamiento.
8. Relé de contacto de paso momentáneo/salida de impulsos.
9. Contador adelante/atrás.

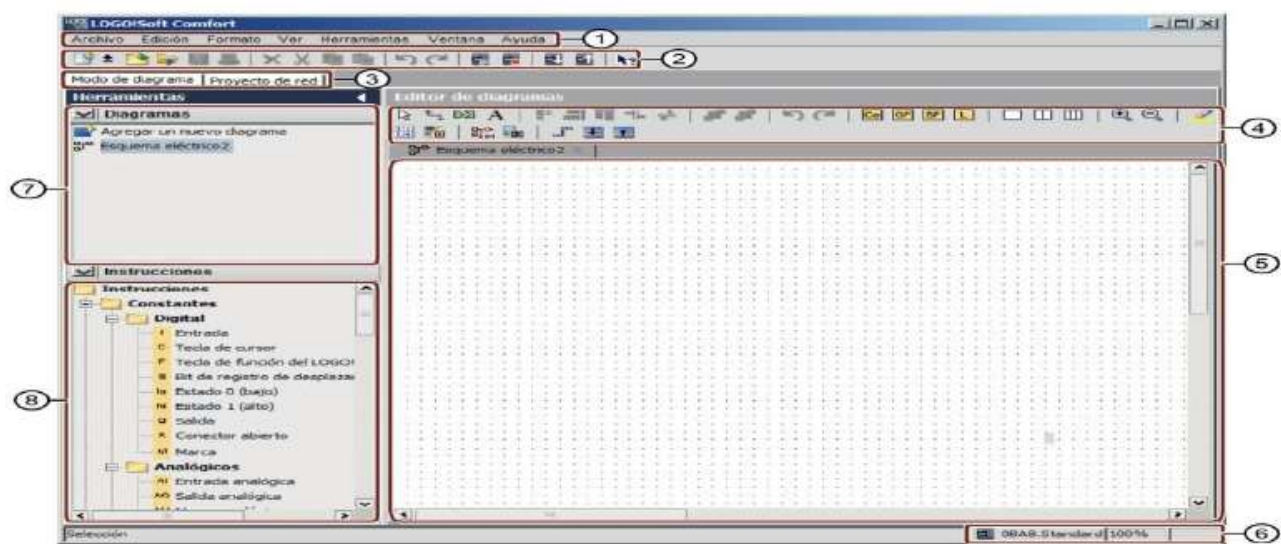
10. Conmutador de valor umbral (disparador).
11. Generador de impulsos.
12. Programador horario anual.
13. Programador horario.
14. Retardo a la conexión/desconexión.
15. Generador de números aleatorios.
16. Relé de contacto de paso momentáneo con conmutación de flancos.
17. Conmutador de valor umbral analógico (disparador analógico).
18. Comparador analógico.
19. Conmutador de valor umbral delta analógico.
20. Watchdog analógico.
21. Amplificador analógico.
22. Automático de escalera.
23. Interruptor confort.
24. Textos de aviso.
25. Registro de desplazamiento.
26. Pulsador de menú.
27. Regulador PI.
28. Función de rampas:
29. Multiplexor analógico.
30. Función PWM.
31. Función de aritmética analógica
32. Función para detectar errores en la función de aritmética analógica
33. Reloj astronómico.
34. Filtro analógico.
35. Cálculo de promedios
36. Valores máx./mín.
37. Cronómetro.

Descripción General De La Interfaz Del Usuario

Al abrir el modo de programa de LOGO Soft Comfort aparece un esquema de conexiones vacío.

Gran parte de la pantalla ocupa el área dedicada para la creación de programas. Esta área se denomina interfaz de programación. En esta sección dispone de botones y combinaciones lógicas para la realización del programa.

En este caso para los programas grandes, en los extremos inferiores y derecho de la interfaz de programación, el software dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical. (SIEMENS, s.f.) (Ver Ilustración 37)

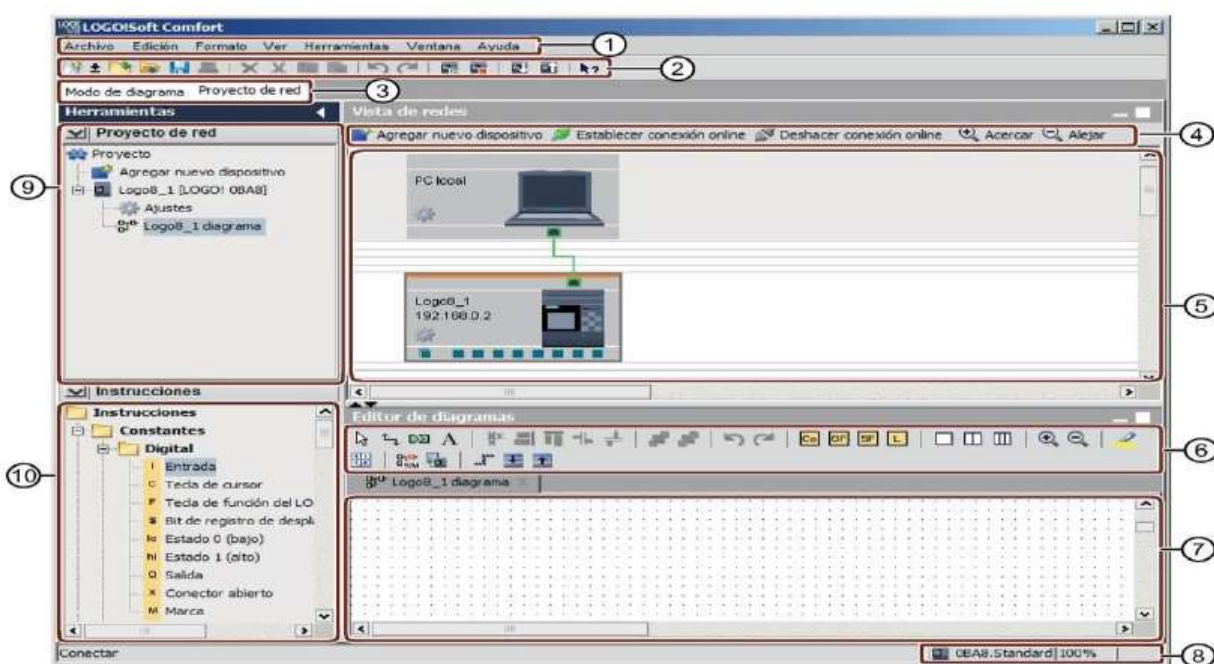


1. Barra de menús.
2. Barra de herramientas "Estándar".
3. Barra de modo.
4. Barra de herramientas "Herramientas".
5. Interfaz de programación.
6. Barra de estado.
7. Árbol de esquemas.
8. Árbol de operaciones.

Interfaz Gráfica Del Software

Al seleccionar el modo de proyecto de LOGO Soft Comfort aparece la interfaz de usuario vacía. Luego de seleccionar y agregar un nuevo dispositivo en el proyecto, LOGO Soft Comfort activa el recuadro del editor de esquemas.

El software LOGO Soft Comfort muestra una vista de red en la interfaz del proyecto en la que aparecen los dispositivos y las conexiones de red. En la sección de editor de esquemas se muestran los bloques del programa y las combinaciones lógicas del programa. En un principio, el programa está vacío.



1. Barra de menú.
2. Barra de herramientas "Estándar".
3. Barra de herramientas "conexiones de red".
4. Vista de red.
5. Barra de herramientas "estándar".
6. Interfaz de programación.
7. Barra de estado.
8. Árbol de dispositivos.
9. Árbol de operaciones.

Lenguajes De Programación

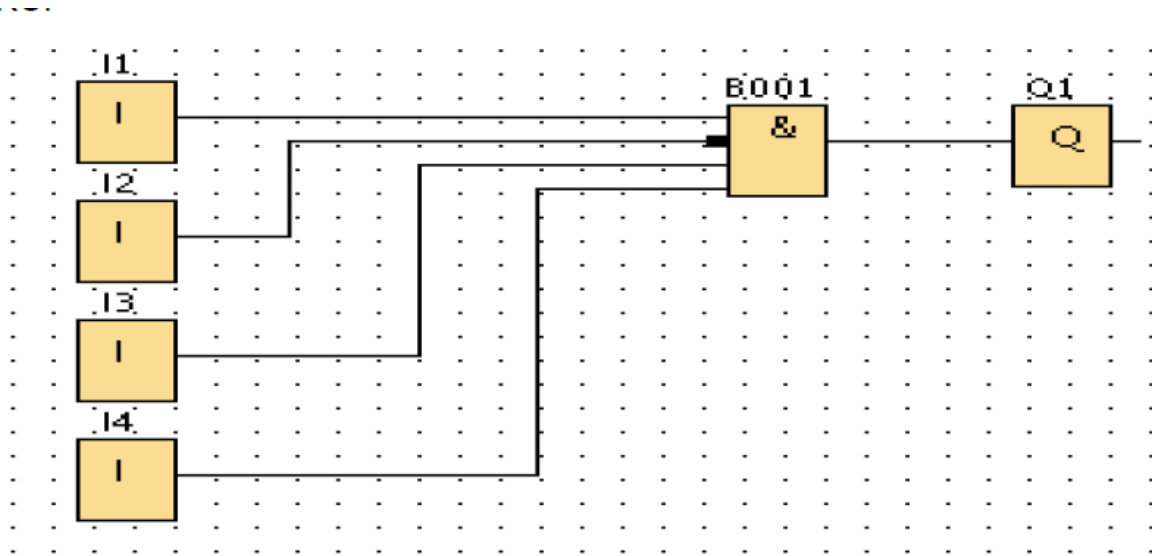
Estos lenguajes de programación para controladores autómatas funcionan como canal de comunicación entre el sistema operativo que interpreta el lenguaje, y el usuario que tiene acceso a la configuración del programa. La finalidad de la programación es crear instrucciones secuenciales (comandos) que el CPU del PLC traduce en salidas digitales que energizan y controlan máquinas específicas o procesos complejos.

FUP (Funktionsplan). Este lenguaje se denomina (diagrama de funciones). Su nombre viene de la palabra germana Funktionsplan que viene a decir diagrama de funciones.

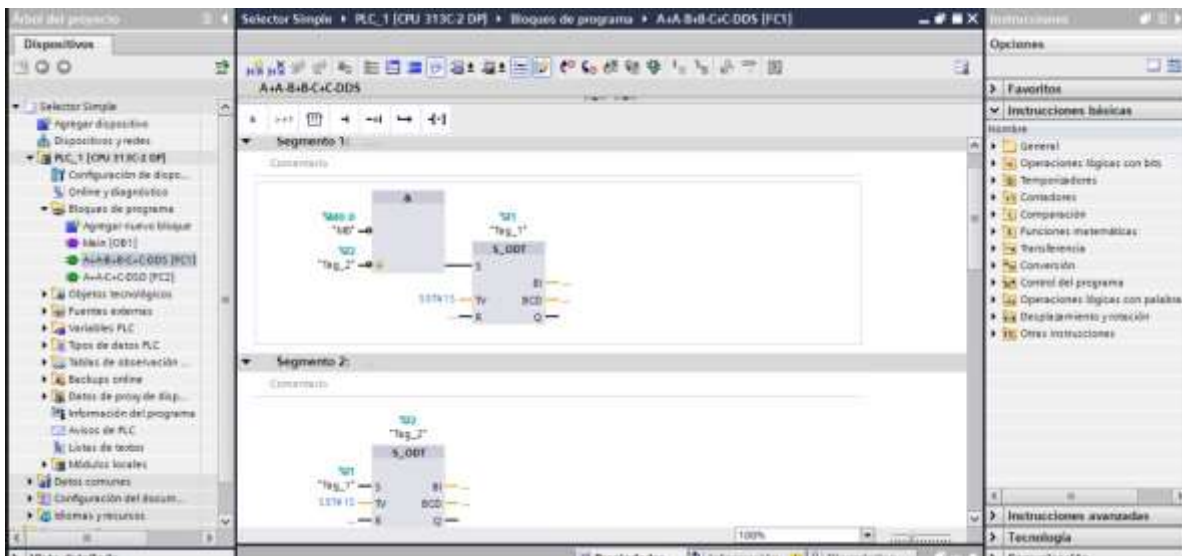
Está íntimamente ligado con la lógica booleana, ya que todas las funciones se representan por medio de funciones lógicas tales como: OR, AND, NOT, XOR, NAND, NOR, etc. Tiene la ventaja de ser agrupados por bloques las diferentes lógicas y además incluye funciones matemáticas más complejas en forma de bloques. (PLC, 2020) (*Ver Ilustración*)

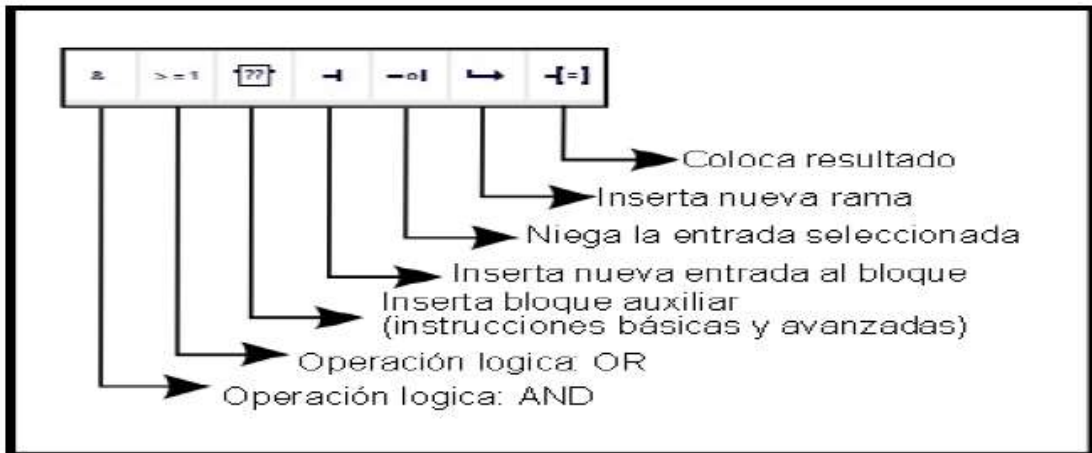
Cuando hay mucha lógica booleana en serie suele ser más compacto y más fácil de ver el segmento completo, como puedes observar en la imagen la idea es ir intercalando bloques lógicos de forma gráfica.

La parte positiva es que puedes ver gran parte del programa, pero por contra dependiendo de lo complicado que sea este, se puede hacer un poco engorroso el controlar que interactúa con qué como seguramente veremos más adelante.



En las siguientes ilustraciones podemos apreciar las principales instrucciones que podemos encontrar al programar en el lenguaje FUP. (SiemenLogo, 2014) *(Ver Ilustración)*





Principales instrucciones del lenguaje FUP. (PLC, 2020)

KOP (*Kontaktplan*)

También conocido como diagrama de contactos o de escalera. A diferencia del FUP, este lenguaje hace uso de lógica booleana por medio de contactos eléctricos en serie y en paralelo. Actualmente es el lenguaje más ocupado en la programación de PLC's ya que es muy fácil de entender para personas familiarizadas a diagramas eléctricos. (PLC, 2020)

Es un lenguaje de Step 7 gráfico más extendido en todos los lenguajes de programación y por tanto el más similar a otros. Este lenguaje es más ocupado en la programación de PLC's ya que es muy fácil de entender para personas familiarizadas a diagramas eléctricos.

Este lenguaje de programación es más fácil de entender por personal proveniente de la industria eléctrica y técnicos eléctricos, En este modo frente a FUP, no es necesario añadir bloques lógicos (el B001 del FUP) sino que la lógica booleana se realiza mediante contactos en serie o paralelos.

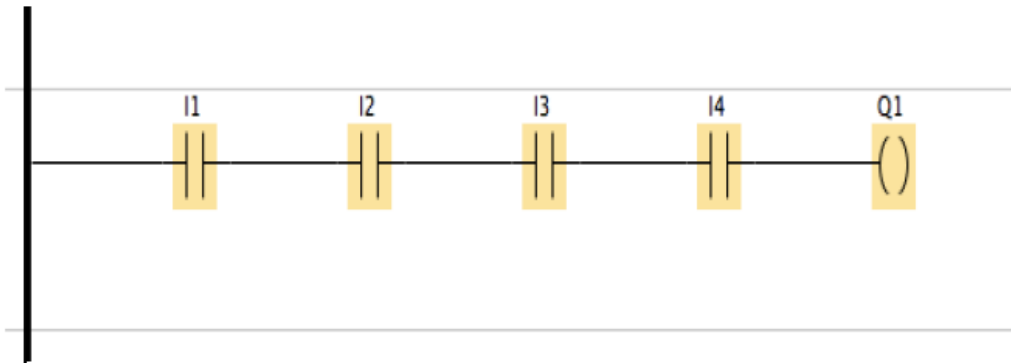
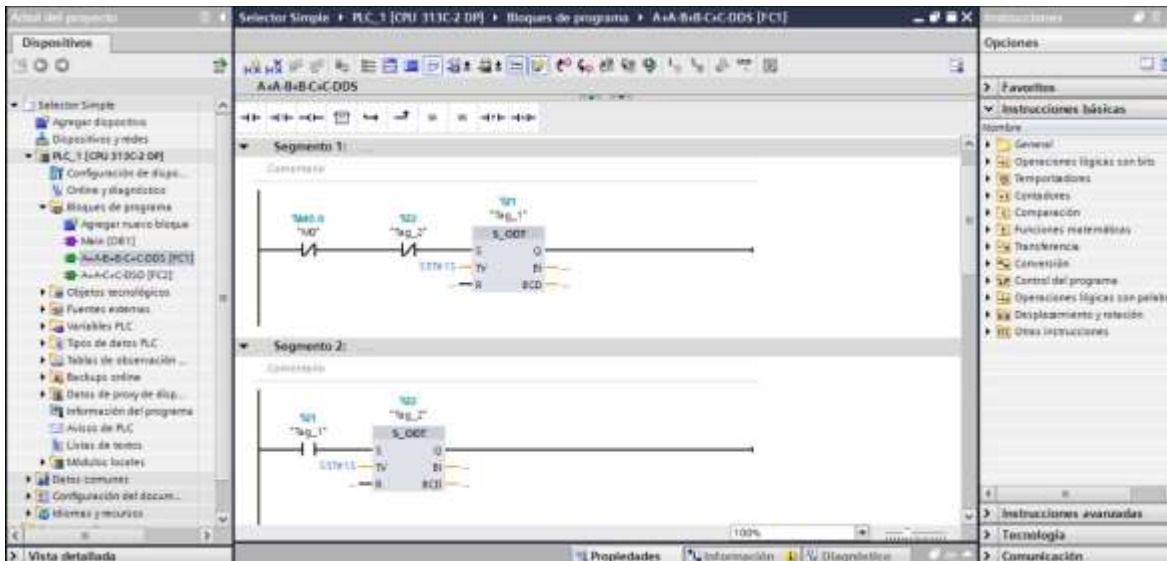


Ilustración 31 Lógica de programación KOP (Logo, 2014)

En la siguiente ilustración encontraremos las principales instrucciones que podemos encontrar al programar en el lenguaje KOP (Ver Ilustración)



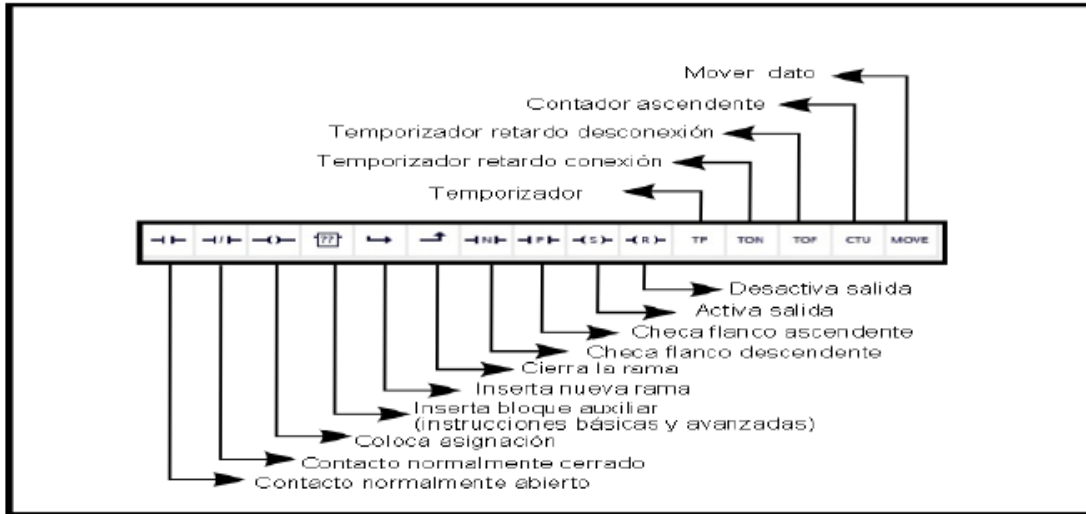


Ilustración 32 Instrucciones KOP. (PLC, 2020)

Bloques De Funciones Usados En La Programación De Logo Siemens.

El software utilizado de programación para PC es el LogoSoft. Para la programación directa o manual se implementó las puertas lógicas. En esta sección se hablará de las puertas lógicas más utilizadas.

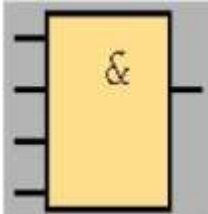
Las puertas lógicas son componentes electrónicos representados por un símbolo con una, dos, tres o cuatro entradas y una sola salida que realizan una función implementando ecuaciones con variables binarias, ceros y unos y que toman unos valores de salida en función de los que tenga en los de entrada.

Las puertas lógicas representan un circuito electrónico, cada tiene su propia tabla de verdad, en la que se representan todos los posibles valores de entrada que puede tener y los que les corresponden de salida según su función.

Todas las puertas lógicas están dentro de las funciones generales de LOGO. Veremos las más utilizadas:

Puerta lógica AND

Símbolo del Logo



Ecuación

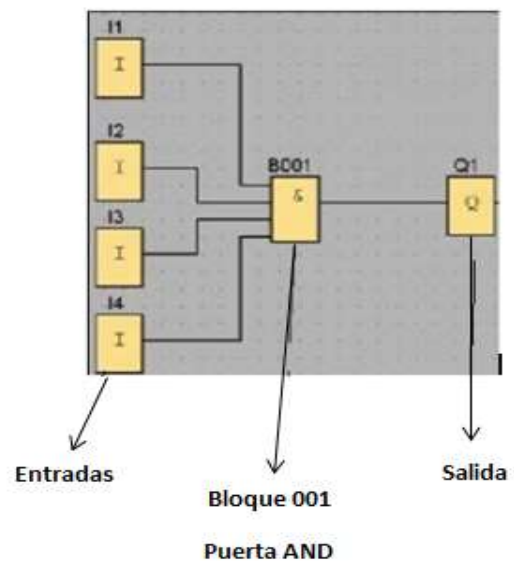
$$Q = I1 \times I2 \times I3 \times I4$$

El símbolo de la puerta AND en LOGO tiene 4 entradas. Para esa puerta lógica la tabla de la verdad sería:

Tabla de la verdad de la Puerta AND de 4 entradas

I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Ejemplo de puerta AND



Cuando I1, I2, I3, I4 están en estado 1(activadas) La salida pasa a estado 1, Si en la programación no ocupamos una de las 4 entradas tendremos que ponerla como X en la programación.

Puerta Lógica OR

Con que solo una entrada esté en estado 1 ya la salida estará en estado 1.

Símbolo del Logo

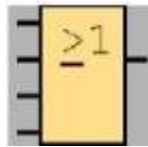
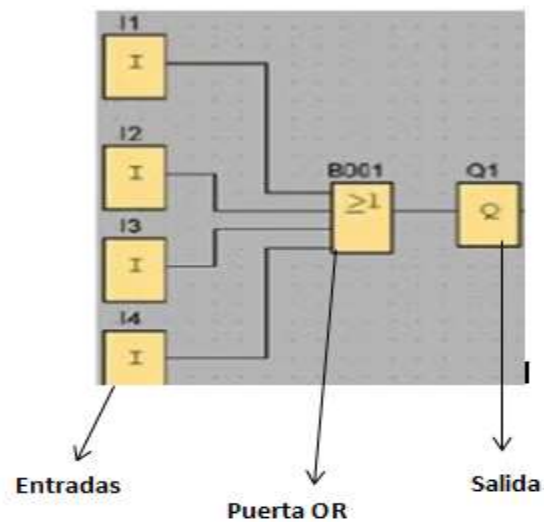


Tabla de la verdad de la Puerta OR de 4 entradas

Ecuación: $I1 + I2 + I3 + I4 = Q$

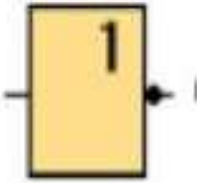
Entradas				Salidas
I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Ejemplo de puerta OR



Puerta NOT

La puerta NOT Invierte el estado de la entrada. Es decir si la entrada es 0 la salida es 1 y si la entrada es 1 la salida es 0. Es como un pulsador cerrado.

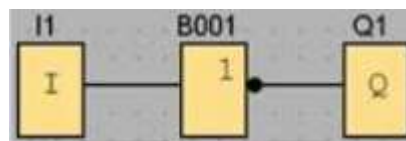


Ecuación

$$X = A = \bar{A}$$

Entrada	Salida
0	1
1	0

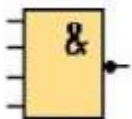
Ejemplo



Puerta NAND

Esta compuerta es como una compuerta AND invertida con NOT, es decir, si todas las entradas tienen el valor de 1 la salida vale 0, para todos los demás casos la salida vale 1. Son pulsadores cerrados en paralelo.

Símbolo en logo



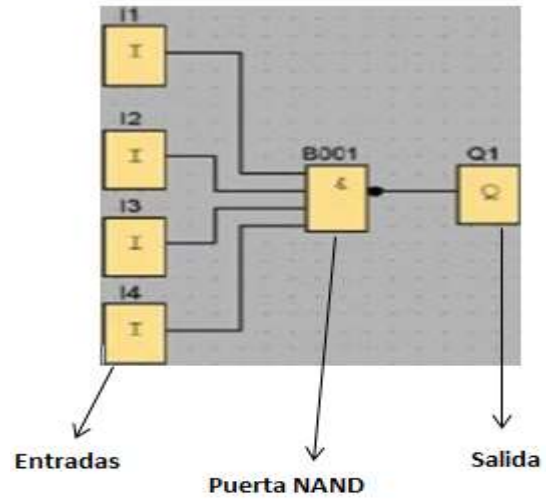
Ecuación

$$Q = \overline{A \cdot B}$$

Tabla de la verdad de la Puerta NAND de 4 entradas

Entradas				Salidas
I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

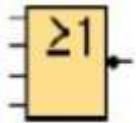
Ejemplo de puerta ejemplo



Puerta NOR

La compuerta NOR es la OR negada, es decir la salida solo tiene estado 1 si todas las entradas tienen valor 0.

Símbolo del Logo



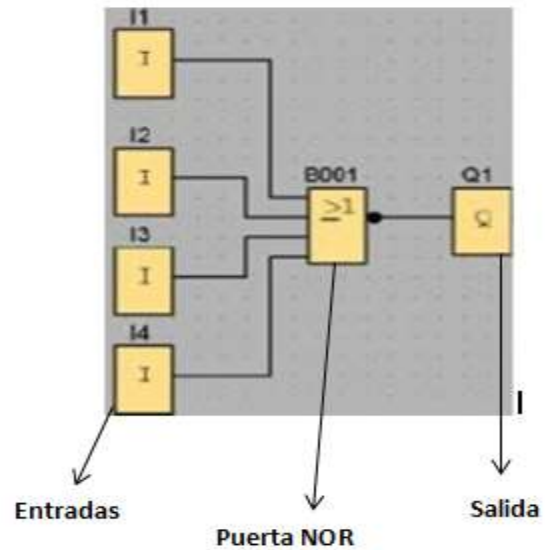
Ecuación

$$Q = \overline{A + B}$$

Tabla de la verdad de la Puerta NOR de 4 entradas

Entradas				Salidas
I1	I2	I3	I4	Q1
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

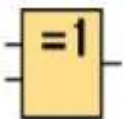
Ejemplo de puerta ejemplo



Puerta XOR

La salida de la función XOR (O-exclusiva) adopta el estado 1 si las entradas tienen diferentes estados. Es como un conmutador.

Símbolo

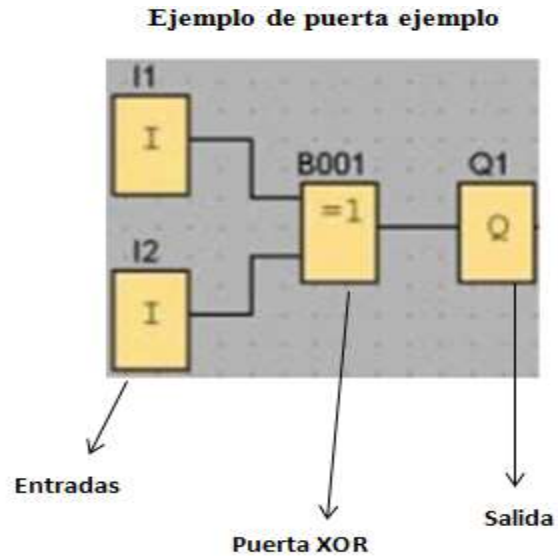


Ecuación lógica

$$Q = \bar{A}B + A\bar{B} \longleftrightarrow Q = A \oplus B$$

Tabla de la verdad de la Puerta XOR de 2 entradas

Entradas		Salidas
I1	I2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



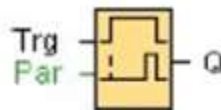
Todas estas Compuertas o funciones son las llamadas por el logo Funciones Generales.

Dentro de la programación en Logo también tenemos Funciones Especiales, llamadas en LOGO como SF. Por ejemplo, los temporizadores están dentro de este tipo de funciones.

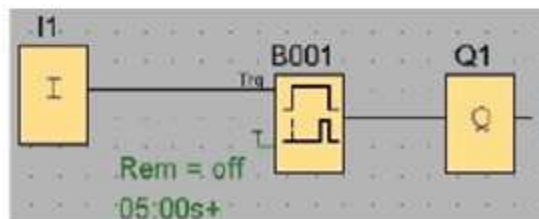
Temporizador con Retardo a la Conexión

En este tipo de temporizador la salida se activa después de un tiempo después de activarse la entrada. Al entrar en "Par" se cambia el tiempo para que se active la salida.

Temporizador con retardo a la conexión



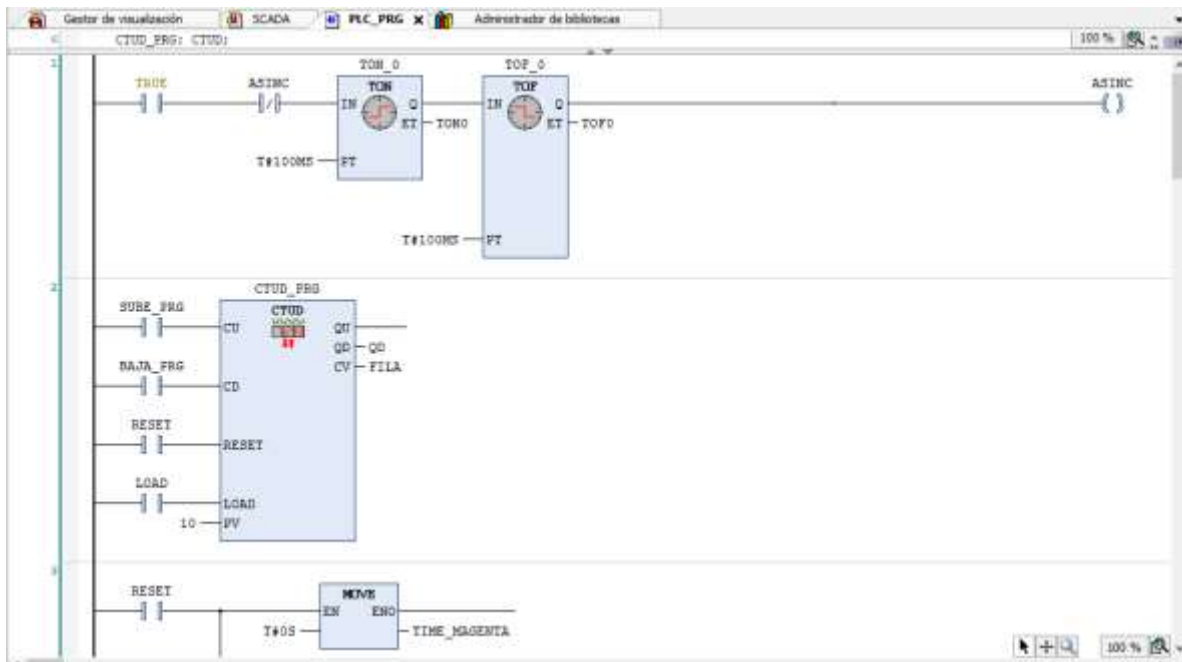
Ejemplo



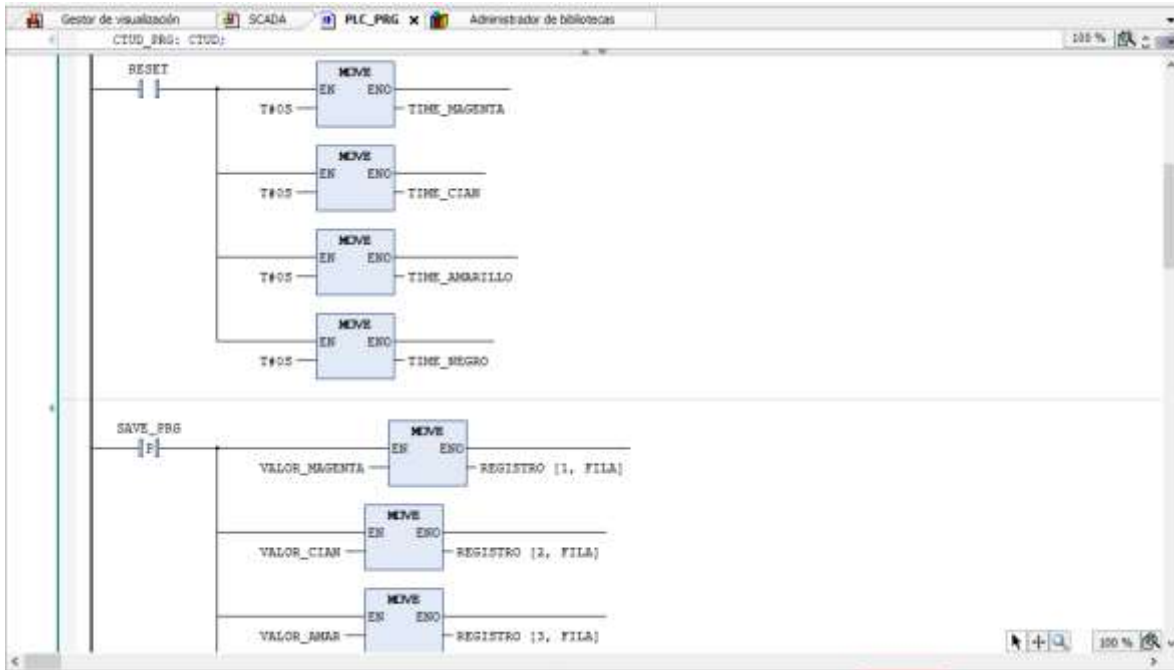
Descripción

Conexión	Descripción
Entrada Trg	Por medio de la entrada Trg se inicia el tiempo para el retardo a la conexión.
Parámetros	T Tiempo de retardo con el que se activa la salida (el estado de señal de esta cambia de 0 a 1)
Salida Q	Una vez expirado el tiempo parametrizado T se activa Q si la entrada Trg sigue activada.

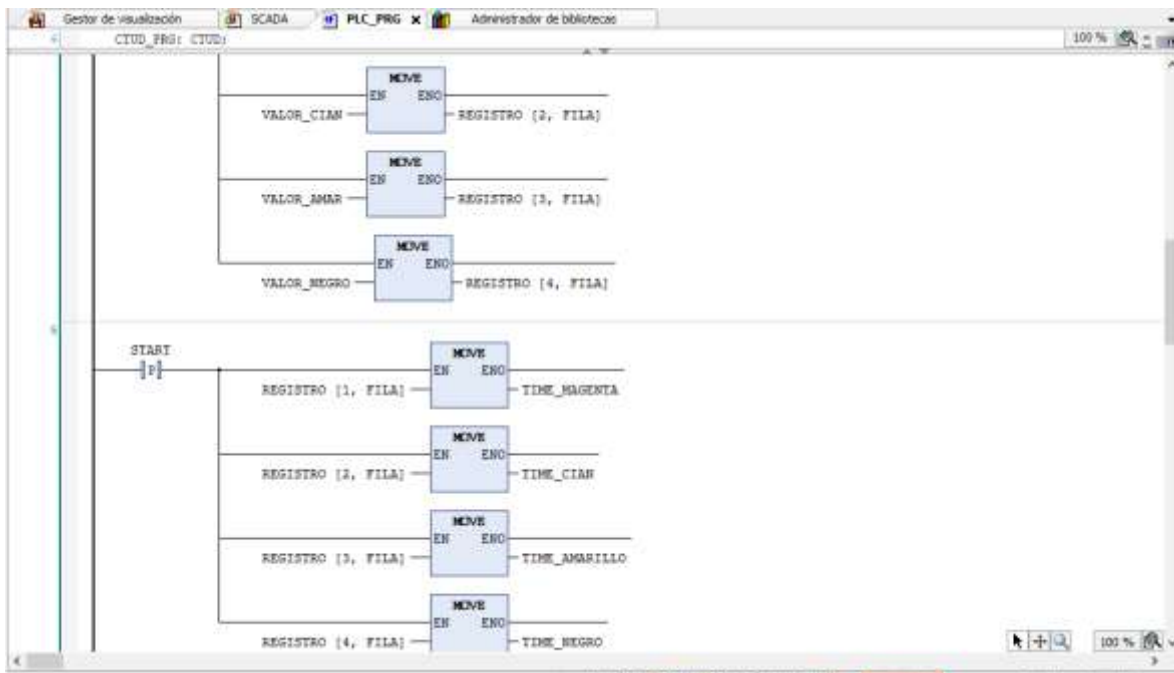
Programación.



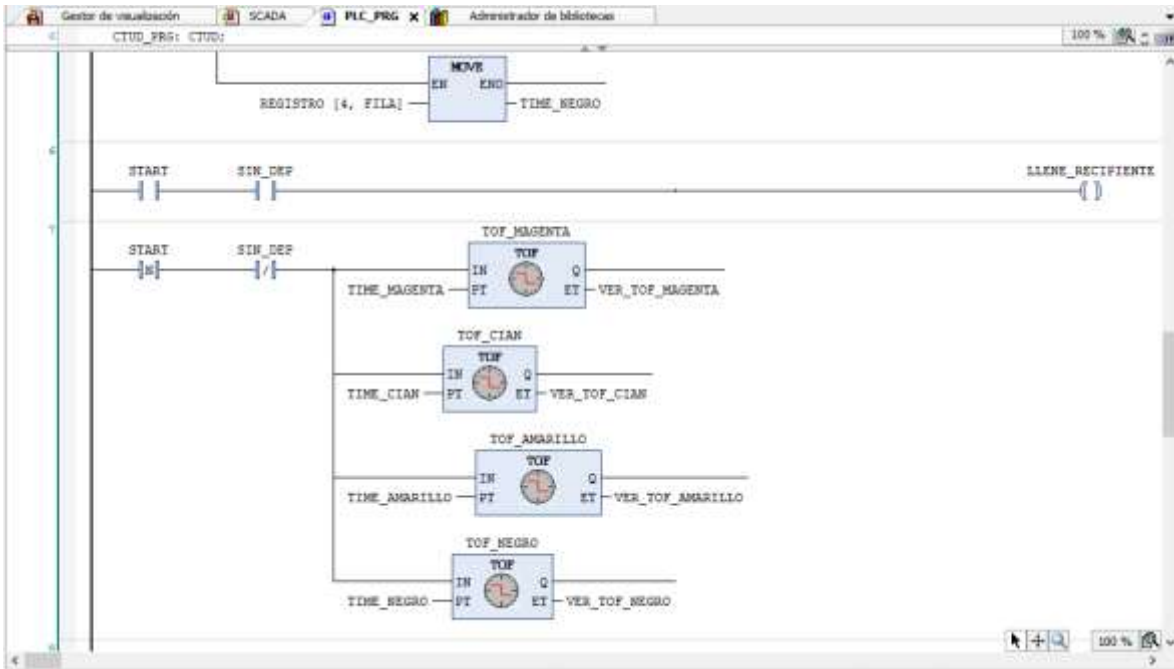
La primera parte del programa es una intermitente para los avisos en caso de falta de material en la segunda línea hemos puesto un contador(CTUD_PRG) para subir y bajar el programa con la salida FILA que es la que nos va a determinar el tipo de movimiento de adentro en los que es la base de datos.



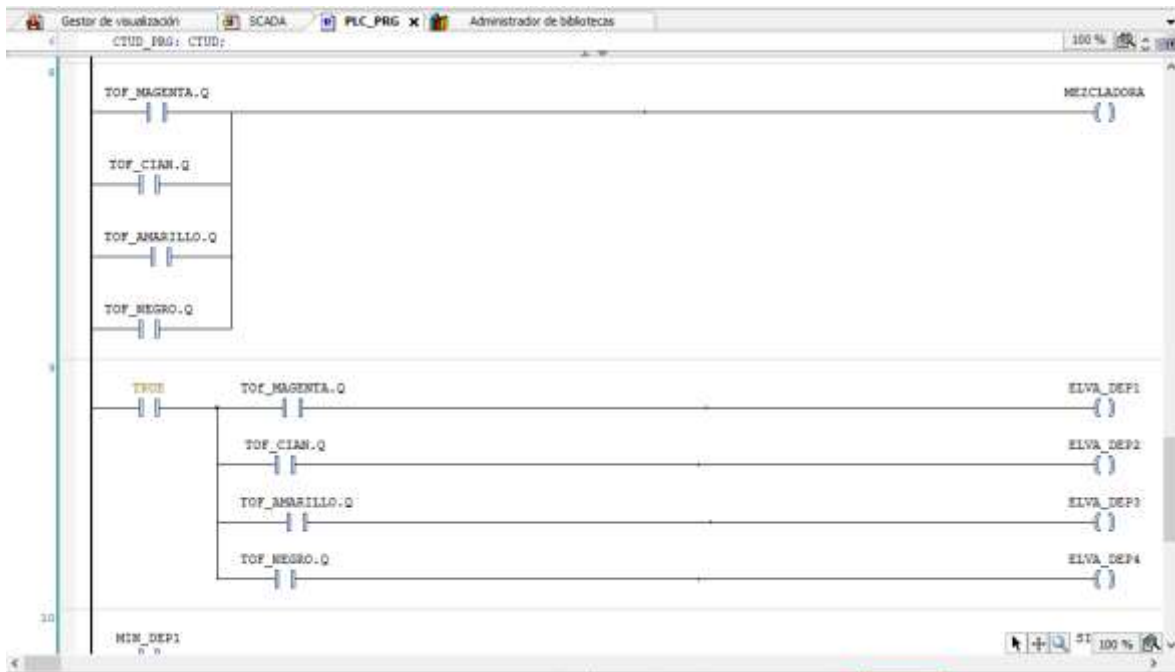
El botón RESET indica o imprime cero segundo a cada uno de los temporizadores que realizan el trabajo, guardamos el programa (SAVE_PRG) es un pequeño programa que lo que hace es guardar el valor que introducimos en los cuadros de textos de entrada se guardan cada uno en su registro correspondiente en los que son las FILAS y COLUMNAS.



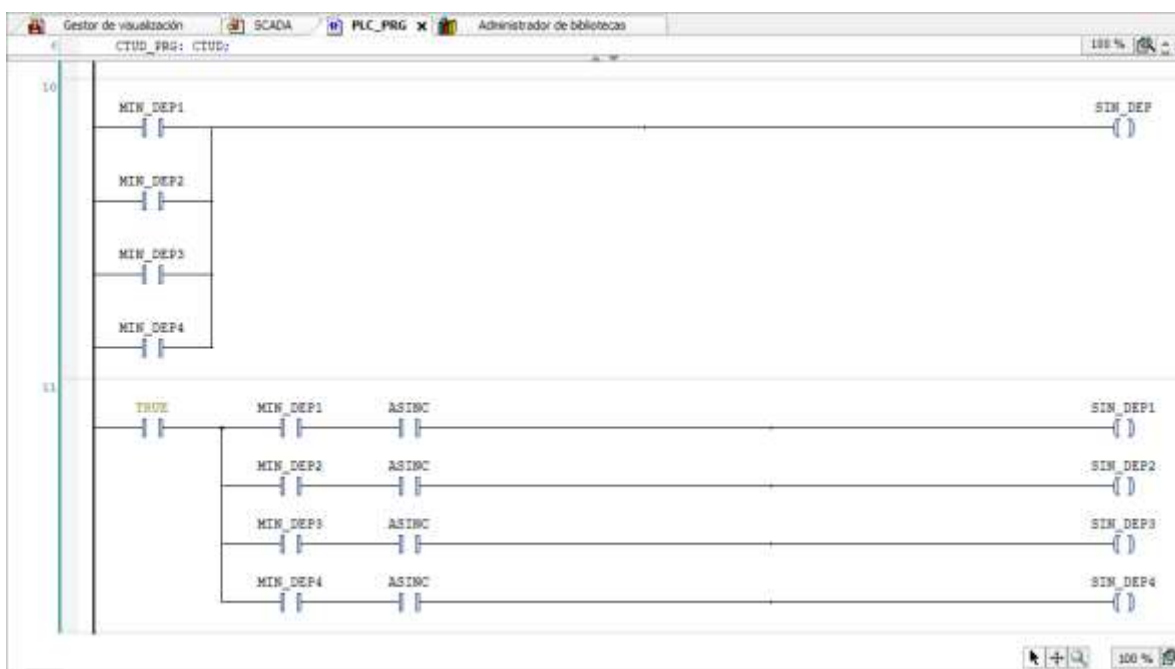
En la siguiente línea de programas sería START que realizaría lo contrario que sería imprimir el valor de registro concreto que tenemos en FILAS es decir que selecciona el contador y lo guardaría en los tiempos de base de los temporizadores de trabajos de cada uno de los colores que se encuentran en la línea #7



En la línea #6 sería la parte que nos indica la falta de material en los recipientes



Cualquiera de los temporizadores (TOF) activara el motor de la mezcladora de manera consecutiva la variable TRUE activara las electroválvulas y cada uno de su temporizador (TOF).



Cualquiera de los mínimos (MIN_DEP1, 2, 3 Y 4) activaría la variable SIN_DEP es decir que si no hay algún deposito que no tiene componente y finalmente la programación #11 refleja la intermitencia en el caso de que algunos de ellos no tengan producto

Descripción para el llenado de envases

El proceso de llenado de envases del producto será a través de electro válvulas. En primer lugar, disponemos de 4 depósitos de pintura el cual a través de un tiempo por medio de su electroválvula de cada recipiente una cantidad de pintura pasara para obtener un color en concreto

Por ejemplos para obtener un color disponemos de los tiempos

Magenta	Cian	Amarrillo	Negro
6 Seg	0 seg	3 seg	0 seg

Si las electroválvulas funcionaran en ese tiempo se conseguirá un color en concreto ROJO que lo llamaremos 1 en la tabla de base de datos, Este tiempo se refiere solamente a la acción de verter el producto desde el contenedor hasta el nivel deseado dentro del envase, Una vez conseguidas las sustancias en nuestro envase se procede al proceso de mezclado para obtener la tonalidad del conjunto de sustancia.

Descripción de la programación.

La programación del sistema de control para la maquina mezcladora de pintura está hecha en el simulador Codesys y utiliza el diagrama de funciones KOP como lenguaje de programación. Para la descripción tomaremos como referencia el modelo siguiente.

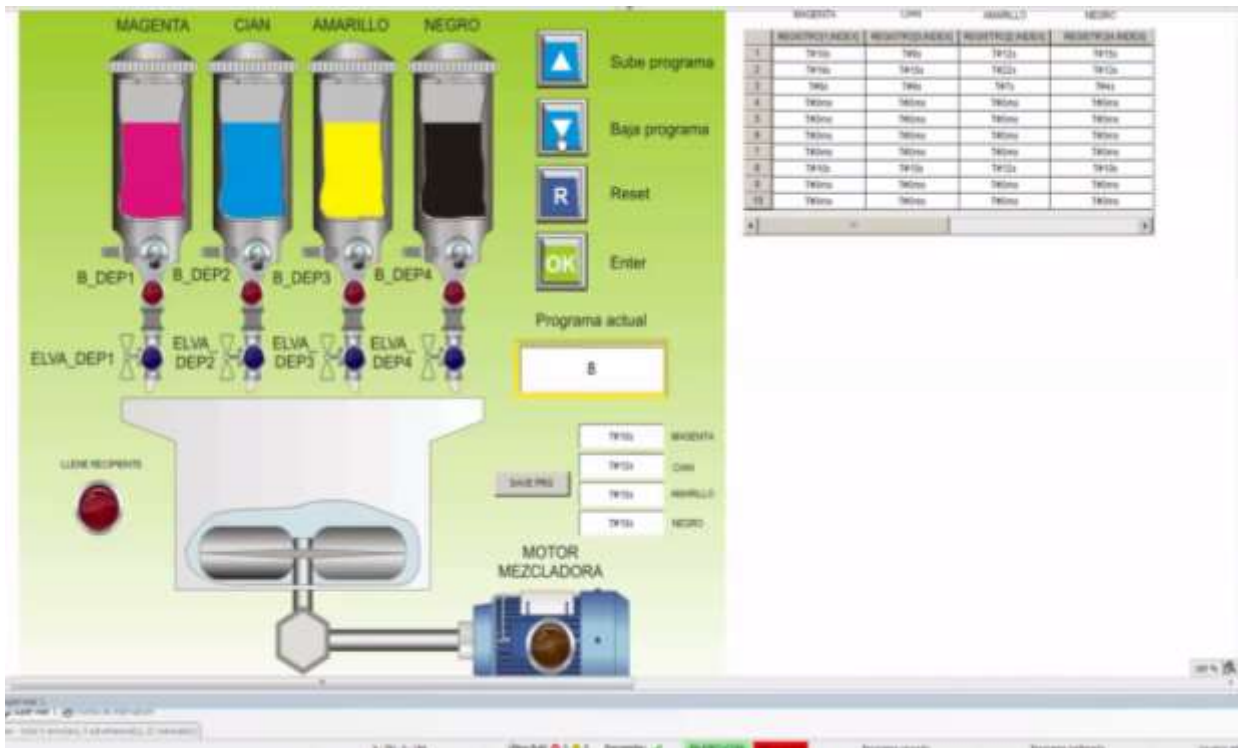


Ilustración 33 simulación de la programación

Los autómatas programables dispones directamente de la creación de la receta atreves de una base de datos interna la cual se podría fabricar de la siguiente manera

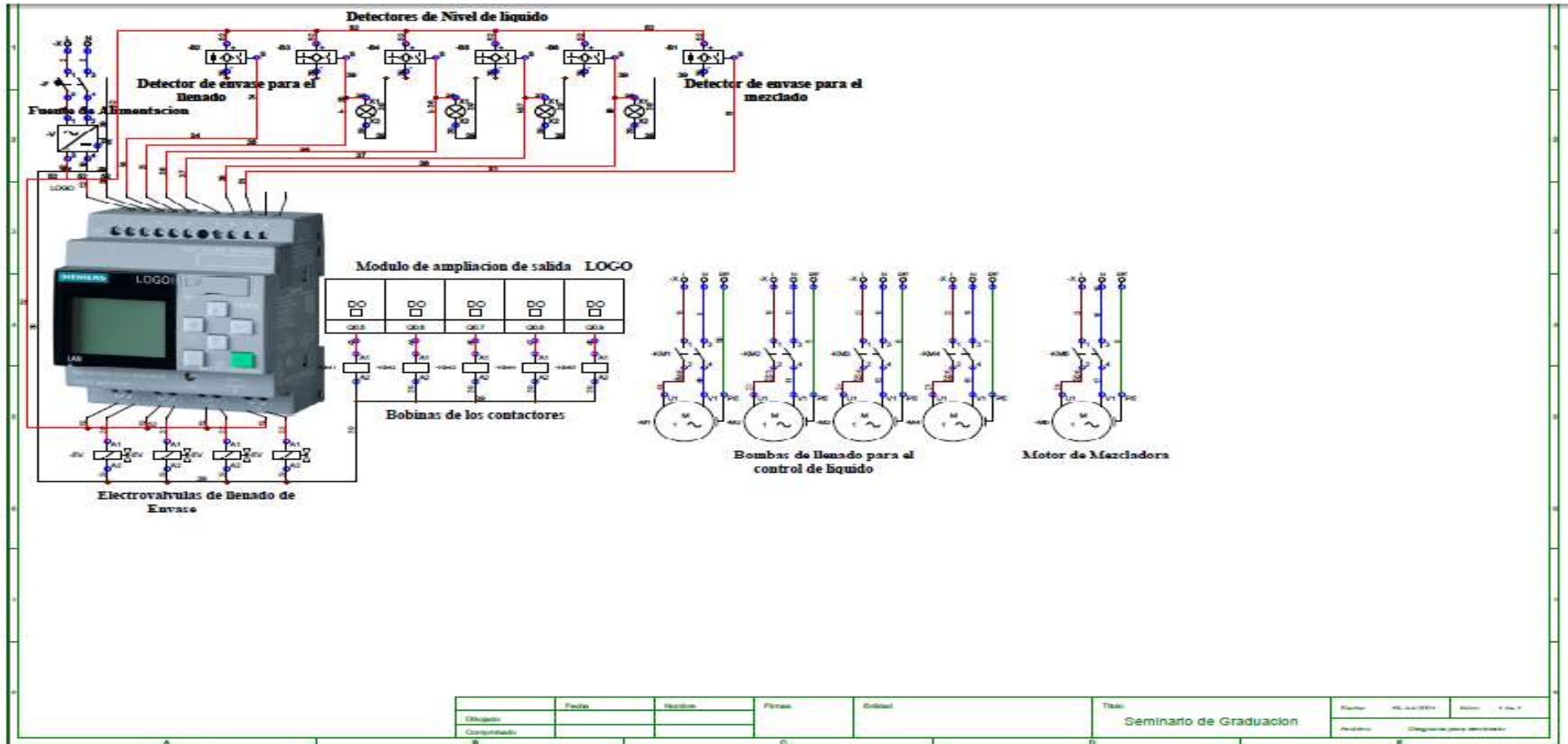
En primer lugar disponemos de cuatro depósitos de pinturas una con magenta, cian, amarillo y negro la idea es dosificar a través de un tiempo de cada uno de ellos y de sus electroválvulas una cantidad determinada de color para realizar una mezcla en concreto de un color en concreto, esta mezcla se guardara en una base de datos.

La programación es la siguiente con un botón pulsador subimos el programa con otro lo bajamos, con un reset pondríamos el contador ascendente-descendente a cero

Si decidimos realizar una operación, pero algunos de los depósitos tienen un valor mínimo es decir no tiene material al presionar ENTER no funcionara el sistema y se enciende un aviso que hay que llenar dicho recipiente, suponiendo que todos los recipientes tienen el nivel mínimo deseado al presionar ENTER se activaran por un lado las electroválvulas correspondientes el motor de la mezcladora de colores y a cada uno gestionara el tiempo que tiene marcado en su base de datos.

Si queremos introducir un nuevo color ya que tenemos la receta de los tiempos por ejemplo el #8 se sube el contador al número registrado en el cuadro de texto e introducimos los tiempos en los cuadros de texto para luego guardar en la base de datos los tiempos marcados para el nuevo color a conseguir una vez guardado el programa podremos presionar el pulsador ENTER y se activaran las electroválvulas con los tiempos que hemos marcado en la base de dato.

Diagrama eléctrico en CADE SIMU V4

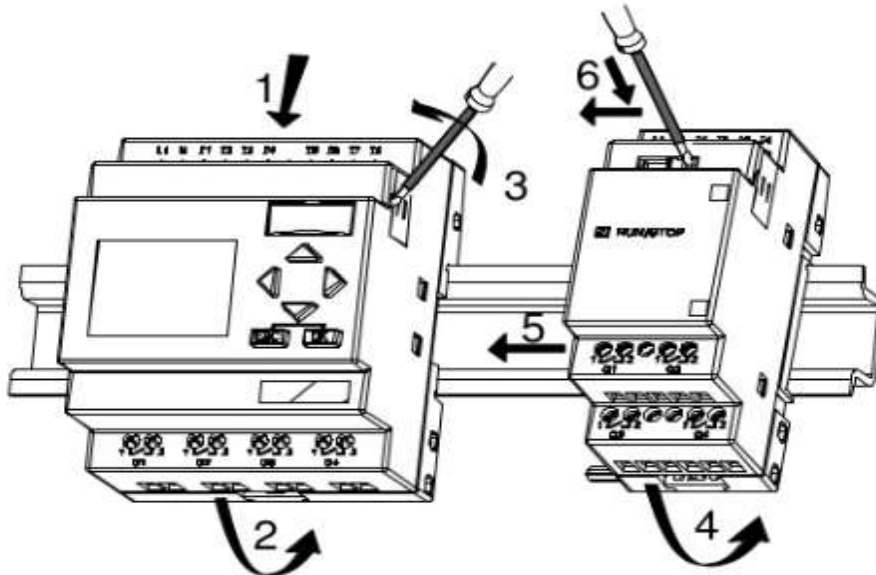


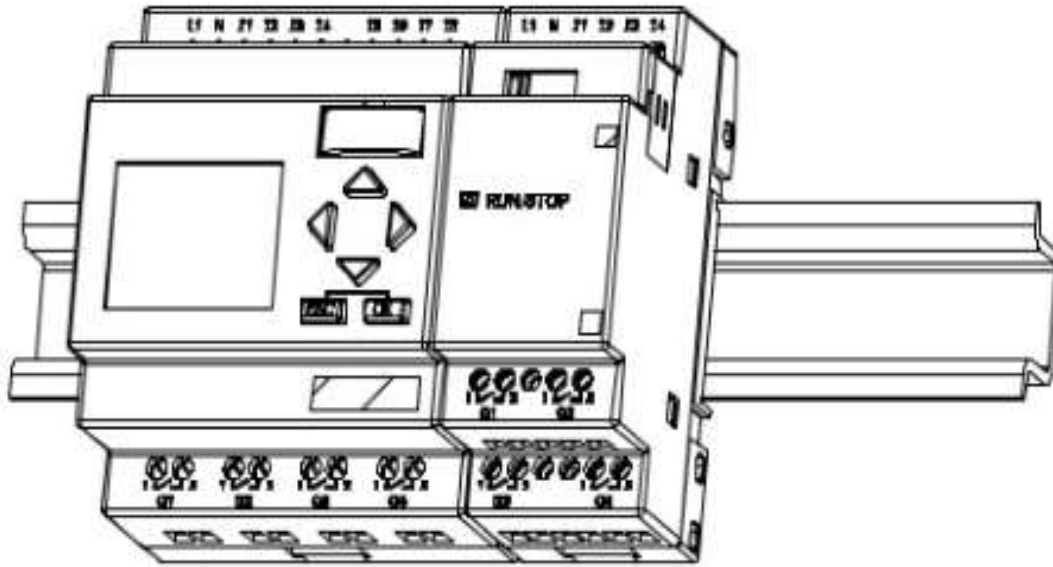
Montaje De Logo Siemens

Para montar un módulo base LOGO y un módulo digital en un perfil normalizado, Proceda del siguiente modo:

- 1) Enganche el módulo base LOGO en el perfil soporte.
- 2) Empuje la parte inferior del módulo hacia abajo hasta que encaje en el perfil.
- 3) La corredera ubicada en la parte posterior del módulo debe quedar enclavada.
- 4) En el lado derecho del módulo base LOGO o módulo de ampliación. LOGO, retire la tapa del conector.
- 5) Disponga el módulo digital en el perfil soporte a la derecha del módulo base LOGO.
- 6) Deslice el módulo digital hacia la izquierda hasta que toque el módulo base LOGO.

Utilizando un destornillador, empuje la corredera hacia la izquierda. Cuando alcance la posición final, la corredera se enclavará en el módulo base LOGO. (SIEMENS, s.f.) (Ver Ilustración)





Descripción del proyecto

El sistema de control semi-automático del mezclador está diseñado para la mezcla de diversas variedades de colores de pinturas para automóviles, es un dispositivo que demuestra el control y variedad para los procesos de mezcla mediante controles sencillos de temporizadores, sensores y aplicación de electroválvulas y motor. El problema para asegurar la mezcla de pinturas, consiste en encontrar un mecanismo óptimo que lleve al sistema de una mezcla tradicional manual a una mezcla automática y sincronizada en un tiempo más corto para la mezcladora, de manera tal que no se sobrepasen los valores a los cuales el sistema está acotado

La mezcla de dos pinturas cuyos colores son diferentes, debe estar operando en menos de 2 minutos de prueba, es decir, que debe encontrarse en un intervalo permitido de 2 a 4 minutos.

Para resolver el problema, asociamos al sistema un mecanismo temporizado automático, sistema diluyente para la limpieza de la mezcladora y un sensor foto cromático para asegurar la tonalidad del color procesado durante la mezcla.

Los datos recopilados a través de sensores de nivel y circuitos electrónicos digitales con sus respectivas configuraciones con llevan a la aplicación del PLC A8 para los contenedores,

aplicaciones a las electroválvulas, calentamiento de las resistencias, y monitoreo del sensor foto cromático.

Esta máquina es especialmente adecuada para la fabricación óptima de la mezcla contra malgasto de uso eléctrico de la mezcladora en un tiempo no redundante y mal procesamiento de las pinturas mezcladas, la garantía del sistema nos brinda mayor estabilidad en duración y control del trabajo del operario.

Alimentación

La máquina funciona para tensiones de 120 voltios, por la parte interna esta energía es rectificadora, controlada y distribuida gracias a la fuente de PC que posee en su interior garantizando los voltajes necesarios que hacen posible las funciones de la máquina, estos voltajes serán: 12 voltios para el Logo, módulos de expansión, la electroválvula, bomba de agua principal (esta última es la encargada de bombear la pintura directamente del barril y llevarlo hasta el reservorio de control de niveles) y actuadores lineales, 5 voltios para las bombas de agua secundarias que impulsaran el alcohol a lo largo del sistema.

¡El Logo! posee la facilidad de una conexión sencilla, pero se debe tener cuidado al momento de conectarlo a la red eléctrica, también al momento de energizar el común de cada relé de salida del Logo. Las entradas que le darán inicio a los procesos deberán declararse de manera más parecida a lo que será físicamente. Estas entradas tienen un rango de tensión para ser 1 lógico ó bien 0 lógico, esto se debe tener en cuenta al momento de comprar el PLC ya que de esa tensión dependerán las entradas y las salidas. (Ver Ilustración 51, 52).

Partes de un Logo Siemens



Ilustración 34 partes del logo

	Input voltage (permissible range)	"0" signal	"1" signal
LOGO! 230RC...	115...240 V AC/DC (85...265 V AC 100...253 V DC)	< 40 V (AC) < 30 V (DC)	> 79 V (AC) > 79 V (DC)
LOGO! 24...	24 V DC (20.4...28.8 V DC)	< 5 V (DC)	> 8 V (DC)
LOGO! 24RC...	24 V AC/DC (20.4...26.4 V AC 20.4...28.8 V DC)	< 5 V (AC/DC)	> 12 V (AC/DC)
LOGO! 12/24...	12/24 V DC (10.8...28.8 V DC)	< 5 V (DC)	> 8 V (DC)

Ilustración 35 Rango de trabajo del logo y tensión soportada a la entrada para ser alto y bajo

Suministro De Pintura.

El suministro de pintura a la máquina será desde contenedor grande que lo contiene, este será bombeado del contenedor por medio de una bomba de impulso llevando la pintura a un contenedor que está dentro de la máquina donde se llevará a cabo el control de suministro de pinturas para realizare el mezclado mediante un control de tiempo establecido en el logo para luego activar el proceso de mezclado una vez que la receta este en el recipiente.

Estos tiempos estarán presentes con la misión de indicarle al PLC el momento de llenar el depósito de control y el momento de detener el llenado, sean agregados a las entradas del PLC y su salida será para activar la bomba principal. Encendiéndola cuando el segundo sensor indique un nivel bajo y desactivándola cuando el primer sensor indique el límite de llenado.

Funcionamiento.

El primer paso para utilizar el equipo es alimentar con una tensión de 120 voltios la power supply, el segundo paso será presionar el interruptor de encendido el cual estará conectado a los terminales 13, 14 del socket de la fuente los cuales corresponden al pulso de encendido y tierra. Esto permitirá el paso de la energía a todos los componentes.

Como tercer paso se debe ingresar un envase de galón dentro de la máquina, este envase activará un sensor el sensor capacitivo que liberará la botonera de la máquina para poder ser usada, siendo esta la primera condición que deberá cumplirse para realizar el chorreado.

Para el cuarto paso se debe seleccionar una de las cantidades presentes en el tablero las cuales son un cuarto de galón, medio galón y un galón. Al seleccionar cualquiera de cantidades anteriores cumplimos con la segunda condición del llenado. Para el quinto paso presionamos el interruptor Start e iniciamos el proceso de asegurar el envase que consiste en cerrar el paso para que el envase no sea retirado hasta terminar el proceso.

Una vez que el actuador lineal llegue a su límite este presionará de manera automática el final de carrera cerrando así las tres condiciones necesarias para iniciar el llenado del envase. Luego de ser cumplida la última condición iniciará un conteo de dos segundos con un relé a la conexión haciendo una pausa programada antes de alimentar el siguiente componente.

Un relé de barrido es activado con el tiempo programado para cada cantidad permitiendo activar la electroválvula para la libre circulación del alcohol, a su vez es activado un relé a la conexión con un tiempo de un segundo mayor al de llenado, este último alimentará un relé de barrido con el tiempo de dos segundos para que el actuador lineal regrese, dejando libre en envase para ser retirado y activar el bloqueo automático del tablero hasta el momento que otro envase este dentro de la máquina.

Diagrama de flujo para el llenado de envase

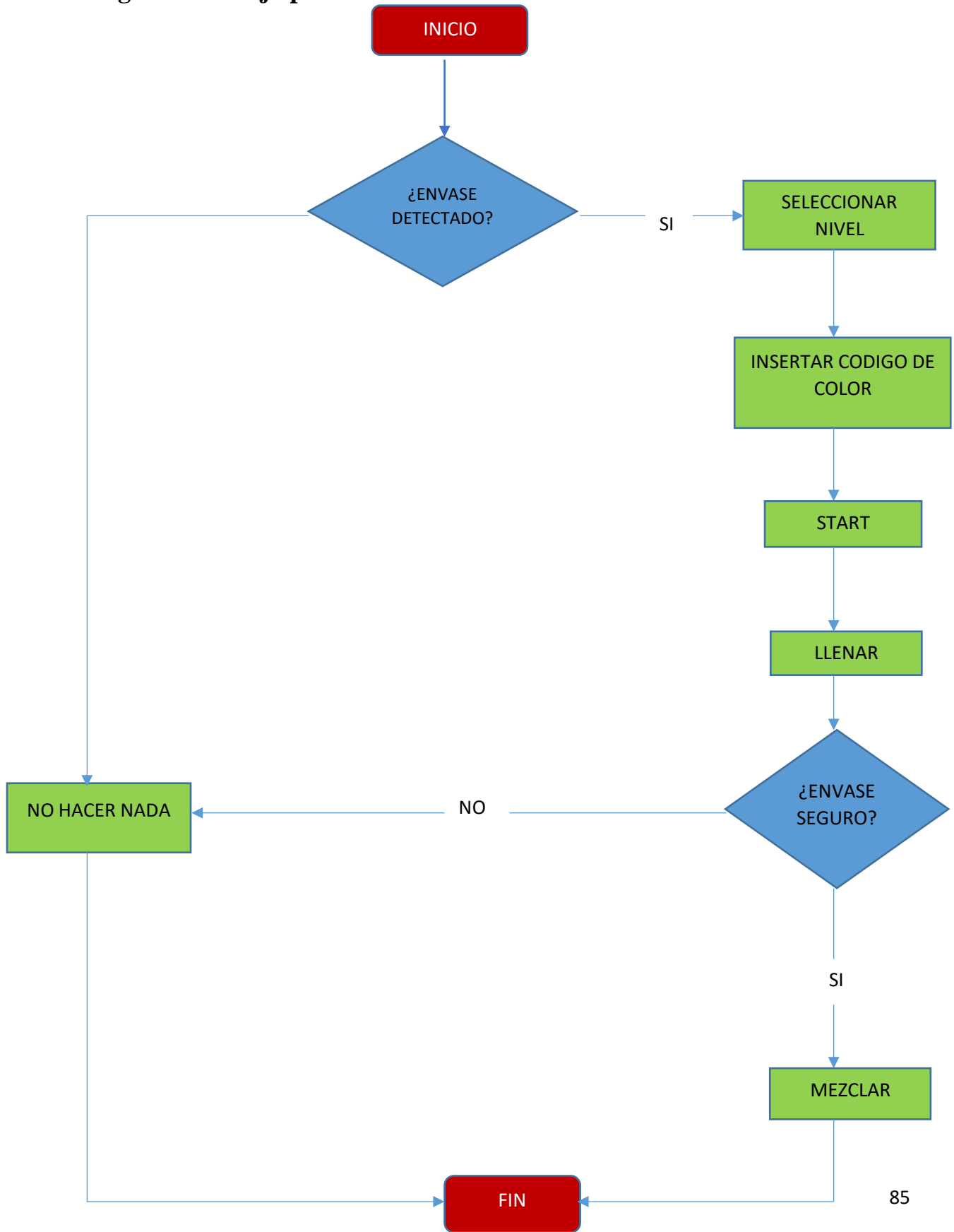
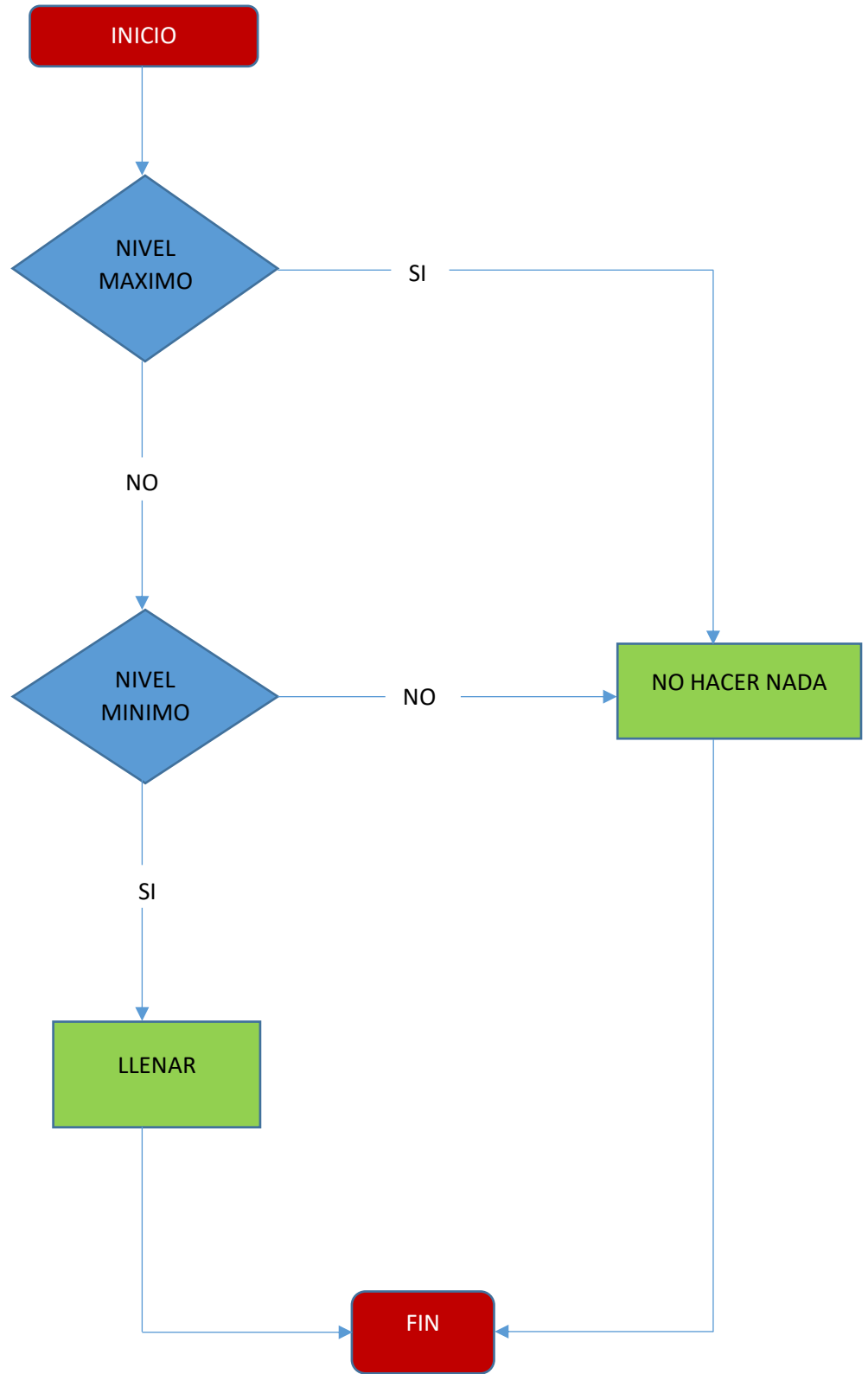
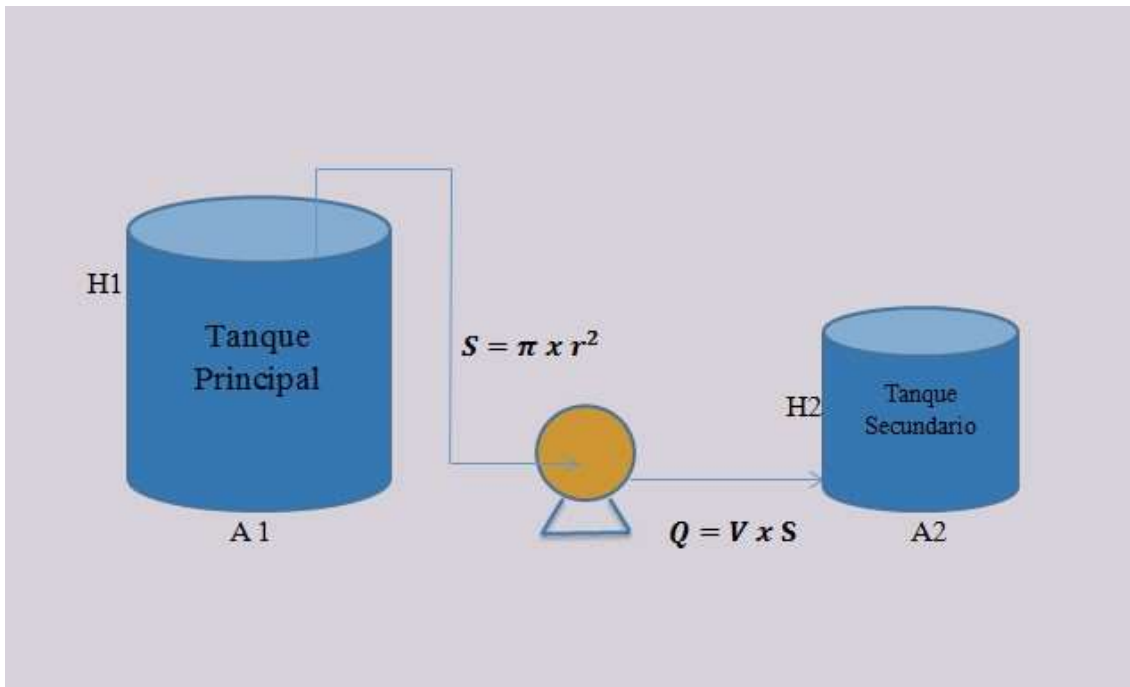


Diagrama de extracción de pintura.



En todo diseño de programación se debe tener en cuenta un flujograma, esta es la herramienta que nos brinda una guía dentro de los pasos y condiciones a cumplir dentro del desarrollo del proceso de automatización. En este caso tenemos el esquema de proceso de extraer la pintura del barril hacia el control de nivel y el llenado de envases.

Modelo matemático volumétrico.



Declaración de variables

<u>Variables.</u>	<u>Descripción.</u>
Q	Cantidad de fluido que circula a través de una sección de ducto $(Lt-1)^m^3 / S$
V	Velocidad de extremo a extremo $(Lt-1) m/s$
S	Sección por diámetro.
R	Radio de la circunferencia.

Calculo para el llenado de envase.

Ecuaciones para encontrar diámetro y radio de la manguera.

<u>Formula.</u>	<u>Datos.</u>
Diámetro: $D=2r$	Distancia de la manguera: 100cm
Circunferencia: $C = 2\pi r$	Diámetro: 1 cm
Radio: $D/2$	Radio: 0.5 cm

Ecuaciones para encontrar el caudal.

$$\text{Caudal: } Q = V * S$$

Donde:

Q: caudal de fluidos.

V: velocidad del caudal de extremo a extremo (cronometrado)

S: sección por diámetro

$$S = \pi * r^2$$

$$S = \pi * (0.5)^2$$

$$S = 0.785 \text{ cm}^2$$

Ecuación para encontrar el caudal de la manguera.

$$V = 120 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$S = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$Q = V * S$$

$$Q = 120 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * 0.785 \text{ cm}^2$$

$$Q = 94.2 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Convertir de galón → ml → cm^3

$$\frac{1}{8} \text{ Galón} = 473.177 \text{ ml} = 473.177 \text{ cm}^3$$

$$\frac{1}{4} \text{ Galón} = 946.353 \text{ ml} = 946.353 \text{ cm}^3$$

$$\frac{1}{2} \text{ Galón} = 1892.71 \text{ ml} = 1892.71 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ Galón} = 3785.41 \text{ ml} = 3785.41 \text{ cm}^3$$

Calculando el tiempo de llenado para envases de $\frac{1}{8}$ Galón

$$T = \text{Volumen } \text{cm}^3 / Q$$

$$T = 473.177 \text{ cm}^3 / 94.2 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

$$T = 5.023 \text{ s}$$

Calculando el tiempo de llenado para envases de $\frac{1}{4}$ Galón

$$T = \text{Volumen } \text{cm}^3 / Q$$

$$T = 946.353 \text{ cm}^3 / 94.2 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

$$T = 10.046 \text{ s}$$

Calculando el tiempo de llenado para envases de $\frac{1}{2}$ Galón

$$T = \text{Volumen } \text{cm}^3 / Q$$

$$T = 1892.71 \text{ cm}^3 / 94.2 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

$$T = 20.092 \text{ s}$$

Calculando el tiempo de llenado para envases de 1 Galón

$$T = \text{Volumen } \text{cm}^3 / Q$$

$$T = 3785.41 \text{ cm}^3 / 94.2 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

$$T = 40.185 \text{ s}$$

Presupuesto

<u>N° de ítem</u>	<u>Descripción</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio.</u>
01	Logo siemens V8	C\$ 5 025	C\$ 5 025
01	Módulo de expansión DM16 24R	C\$ 4 020	C\$ 4 020
04	Bomba de pintura lutz jesco	C\$ 4 400	C\$ 17 600
04	Electroválvula	C\$ 340	C\$ 1 360
01	Manguera 1cm(10mt)	C\$ 40	C\$ 400
05	Pulsadores con luz piloto	C\$ 800	C\$ 4 000
01	Sensor de contacto inductivo	C\$ 1 225	C\$ 1 225
08	Sensor de nivel de liquido	C\$ 552.75	C\$ 2 211
01	Fuente de poder	C\$ 300	C\$ 300
01	Cooler	C\$ 100	C\$ 100
01	Paro de emergencia	C\$ 670	C\$ 670
04	Reservorios acrílicos	C\$ 500	C\$ 2 000
01	Riel para logo	C\$ 200	C\$ 200
02	Tubo de aluminio 1x1 pulgadas	C\$ 800	C\$ 1 600
02	Láminas de acrílico	C\$ 2 000	C\$ 4 000
		Total	C\$ 40 711

IX. Conclusiones.

En el desarrollo de este proyecto realizamos un diagnóstico del centro de pinturas haciendo un pequeño estudio de campo, con lo que obtuvimos datos de cuál es la problemática que presenta en el centro y planteamos cual es la solución más viable tanto para los trabajadores como para el propietario para que los usuarios que visitan el centro compren un producto de mayor calidad

Esta propuesta, permitirá elaborar un sistema de control semi-automatizado para controlar la mezcla de pinturas, el cual será desarrollado como una forma de brindar solución a las dificultades más comunes del Centro de Pinturas Fénix.

Se elaboró la programación y la simulación del sistema semi-automatizado para la máquina a través del software Logo Soft Comfort para luego ser demostrado en codesys, obteniendo al final dos programas para lograr todo el proceso, el programa a su vez es un simulador que permite visualizar en simultaneo el trabajo del PLC y por último se logró realizar la simulación en CADE SIMU logrando demostrar el funcionamiento del sistema, por lo tanto, queda demostrado que el programa es totalmente funcional para las necesidades encontradas en el área.

X. Recomendaciones

La automatización es una herramienta que aporta soluciones rápidas y precisas resolviendo una gran cantidad de procesos tanto en comercio, industria y domicilio. Para la fabricación de los sistemas automatizados se emplea una gran línea de componentes que son robustos y precisos, pero a su vez de grandes costos. Existen algunas alternativas ingeniosas para crear componentes capaces de solventar la necesidad de comprar dichos componentes por ejemplo el sensor de nivel de líquidos.

La máquina controlada de mezclado y envasado de pinturas cumple con las necesidades presentes, mejorando los tiempos, haciendo que los procesos sean más eficientes. Este trabajo está abierto a mejoras, para el sistema de mezcla se sugiere ubicar sensores en cada espacio para permitir la detección del producto.

Este sistema cuenta con diversas funciones, pero podrían agregarse más tales como: agregar un contador que permita llevar un control exacto de las cantidades despachadas a lo largo de su uso, esto con la intención de saber: las cantidades realizadas.

Para este proyecto es importante mantener un control en tiempo y forma, se recomienda hacer mantenimientos regularmente al motor y los componentes electrónicos dentro de la caja de mando.

Un autómata programable, es una excelente herramienta para simplificar tareas en forma precisa. La implementación de este sistema solo encamina el proceso de orden y seguridad, este tiene que ser complementado por el usuario y la administración del centro.

XI. Bibliografía

- Hello Insurance Group, Compañía de Seguros. (2021). *Helloauto*. Obtenido de Hello Insurance Group, Compañía de Seguros: <https://helloauto.com/glosario/rele>
- Abierto, C. (2017). *Automatización de un sistema de mezclado de pintura mediante PLC Siemens logo 230RC*. Universidad Nacional Tecnología De Lima Sur, Villa El Salvador.
- Alegsa, L. (12 de 08 de 2015). *Alegsa.com.ar*. Recuperado el 09 de 10 de 2020, de <https://www.alegsa.com.ar/Dic/cooler.php>
- Arco. (2 de Marzo de 2020). *Electroválvulas*. Obtenido de Arco.
- Areatecnología. (s/f). *Relé*. Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>
- Autómatas programables*. (12 de 2001). Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>
- calimport. (2018). *Modulos de Ampliación*. Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <https://calimport.cl/productos/1/6/40-logo-am2-aq-v8>
- Cámara, M. (28 de 10 de 2013). *cables y conectores hoy*. Recuperado el 09 de 10 de 2020, de <https://www.cablesyconectoreshoy.com/bornas-de-carril-din/>
- coatings, D. p. (10 de 06 de 2017). *Materias primas utilizadas en los procesos llevados a cabo en una fábrica de pinturas*. Obtenido de <https://www.dqpolvo.com/materias-primas-utilizadas-los-procesos-llevados-cabo-una-fabrica-pinturas/#:~:text=Las%20sustancias%20de%20origen%20mineral,el%20sulfato%20de%20bario%20precipitado.>
- Company, O. S. (2003, 2021). *Sensor de nivel*. Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>
- (2011). *Controladores Lógicos Programables (PLC)*.
- Dieec. (1 de Enero de 2011). *Controladores Lógicos Programables (PLC)*.
- DISTRITEC*. (23 de 09 de 2013). Recuperado el 08 de 10 de 2020, de Distratec Hidraulica Neomática: <https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/#:~:text=Las%20electrov%C3%A1lvulas%20son%20dispositivos%20que,forma%2C%20el%20flujo%20de%20fluidos.>
- eicos. (s.f.). *Qué es un Sensor de Nivel*. Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <http://www.eicos.com/datos-tecnicos/que-es-un-sensor-de-nivel/>
- euchner*. (s.f.). Obtenido de <https://www.euchner.de/es-es/productos/dispositivos-de-parada-de-emergencia/dispositivo-de-parada-de-emergencia-es/>

- Flores, B. (01 de 04 de 2019). *AG Electrónica*. Obtenido de <https://agelectronica.blog/2019/04/01/electronica-basica-fusibles/>
- Francisco, M. J. (21 de Febrero de 2017). *Qué es la Automatización*. Obtenido de <https://www.seas.es/blog/automatizacion/que-es-la-automatizacion/>
- Guamán E, P. D. (7 de 10 de 2013). *Diseño e implementación de un módulo para el proceso de separación por bifurcación controlado por un PLC Siemens*. Obtenido de Ingeniería en Electrónica, Control y Redes Industriales: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/2853>
- Helloauto. (2021). *Relé*. Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/rele>
- Hernandez, E. (6 de 1 de 2018). *Autracen*. Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <http://www.autracen.com/estructura/>
- Import Soluciones*. (2020). Recuperado el 08 de 10 de 2020, de https://www.importsoluciones.com/es/661_siemens
- InfoPLC. (10 de 09 de 2017). *Automatización Industrial, Robótica e Industria 4.0*. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <https://www.infopl.net/documentacion/5-automatas/2659-introduccion-automatas-plc>
- Ingeniería Mecafenix*. (30 de 01 de 2018). Recuperado el 09 de 10 de 2020, de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/el-fusible/>
- J, A. (2017). *Automatización de un sistema de mezclado de pintura mediante PLC Siemens logo 230RC*. Universidad Nacional Tecnología De Lima Sur, Villa El Salvador.
- Kou, B. C. (1996). *Sistemas De Control Automático* (Séptima Edición ed.). (L. G. Plascencia, Ed., & I. G. Pérez, Trad.) México: EDIMSA, S.A. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <https://dademuchconnection.files.wordpress.com/2017/07/sistemas-de-control-automatico-benjamin-c-kuo.pdf>
- Logo, S. (16 de 09 de 2014). *Qué es un Siemens LOGO*. Recuperado el 08 de 10 de 2020, de https://siemenslogo.com/module/ph_simpleblog/module-ph_simpleblog-single?sb_category=general&rewrite=que-es-un-siemens-logo
- Martinez, J. F. (21 de 02 de 2017). *Qué es la Automatización*. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de <https://www.seas.es/blog/automatizacion/que-es-la-automatizacion/>
- Matinez C, R. O. (2014). *Propuesta de sistema de control para optimizar el acceso vehicular en el estacionamiento del centro comercial Plaza Inter (Managua)*. Managua.
- Mayur, G. (2020). *Temporizadores PLC, definición y usos industriales*. Obtenido de <https://www.autycom.com/temporizadores-plc-definicion-y-usos/>
- Montaño, M. (09 de 2011). Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <http://melendezm.blogspot.com/2011/09/que-es-una-valvula-de-solenoides-este.html>
- newegg*. (s.f.). Obtenido de <https://www.newegg.com/amp/global/nz-en/cooler-master-r4-mfjr-07fk-r1-case-fan/p/N82E16835103178>

- Nieto, E. C. (3 de Diciembre de 2006). *Manufactura y automatización*. Bogota, Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/643/64326315.pdf>
- novelec*. (21 de 09 de 2018). Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/finales-de-carrera-que-son-y-caracteristicas-principales/>
- Paz, A. J. (2011). *Sistemas Automáticos de Control* (2da.edicion ed.). Venezuela: UNERMB. Recuperado el 04 de 10 de 2020, de http://150.185.9.18/fondo_editorial/images/PDF/CUPUL/SISTEMA%20DE%20CONTROL%20%201.pdf
- PCCComponentes*. (s.f.). Obtenido de <https://www.pcccomponentes.com/l-link-fuente-de-alimentacion-500w-sfx-micro-atx>
- Peron, E. (1669). *Agitador Mezclador Industria Liquidos*.
- pinterest*. (2020). Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <https://www.pinterest.com/pin/556335360209094125/>
- PLC, C. E. (4 de Julio de 2020). *Lenguajes de programación en SIEMENS*. Obtenido de <https://cursosindustriales.blogspot.com/2020/07/lenguajes-de-programacion-en-siemens.html>
- Professional Review*. (19 de 11 de 2017). Recuperado el 08 de 10 de 2020, de [https://www.profesionalreview.com/2017/11/19/una-fuente-alimentacion-funciona/#:~:text=Una%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20convierte,llamada%20corriente%20continua%20\(DC\).](https://www.profesionalreview.com/2017/11/19/una-fuente-alimentacion-funciona/#:~:text=Una%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20convierte,llamada%20corriente%20continua%20(DC).)
- PuroMotores. (21 de Julio de 2017). *Cómo funciona un motor de engranajes*. Obtenido de <https://www.puromotores.com/13121591/como-funciona-un-motor-de-engranajes>
- Siemen Logo. (28 de Octubre de 2014). *Que son FUK y KOP en Siemen Logo*. Obtenido de <https://siemenslogo.com/blog/general/que-son-fup-y-kop-en-siemens-logo>
- Siemens Logo. (16 de 09 de 2014). *Qué es un Siemens LOGO*. Recuperado el 08 de 10 de 2020, de https://siemenslogo.com/module/ph_simpleblog/module-ph_simpleblog-single?sb_category=general&rewrite=que-es-un-siemens-logo
- Tecnologia*. (s.f.). Recuperado el 08 de 10 de 2020, de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>
- Todo electrico*. (2020). Recuperado el 09 de 10 de 2020, de <https://www.todoelectrico.es/blog/39-que-son-las-bornas-de-conexion-electrica-y-para-que-sirven.html>
- Valencia, E. (Agosto de 1999). Interfaz de software entre un computador personal y un plc mediante un drtver de comunicación y su aplicación al control y monitoreo de un invernadero. quito. obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5228/1/T1477.pdf>
- Vester, I. (12 de Julio de 2019). *Automatización Industrial, ¿qué es y cómo funciona?* Obtenido de <https://vestertraining.com/blog/automatizacion-industrial-que-es-como-funciona/>