



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: AUTOMATIZACIÓN DE LA ENCARTONADORA (MARCHESSINI # 1) EN LA FARMACEÚTICA GRUPO GRUNETHAL ECUADOR PLANTA TECNANDINA

AUTOR: DANILO SANTIAGO VICENTE CUEVA

TUTOR METODOLÓGICO. Ing. Mauro Fernando Bolagay Egas Mg.

TUTOR TÉCNICO. Ing. Francisco Javier Jurado Pruna Mg.

QUITO- ECUADOR

AÑO: 2019

DERECHOS DE AUTENTICIDAD

Yo, **Danilo Santiago Vicente Cueva** alumno de la “Universidad Tecnológica Israel”, declaro que he realizado este trabajo de titulación tomando en consideración citas bibliográficas que se nombran en este texto.

“La Universidad Tecnológica Israel”, puede utilizar este trabajo de titulación como una ayuda bibliográfica.

Autor

Danilo Santiago Vicente Cueva

CI: 1718715376

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“AUTOMATIZACIÓN DE LA ENCARTONADORA (MARCHESSINI # 1) EN LA FARMACÉUTICA GRUPO GRUNENTHAL ECUADOR PLANTA TECNANDINA.”**, presentado por el **Sr. DANILO SANTIAGO VICENTE CUEVA**, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. 2019

TUTOR

.....

Ing. Mauro Fernando Bolagay Egas Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“AUTOMATIZACIÓN DE LA ENCARTONADORA (MARCHESSINI # 1) EN LA FARMACÉUTICA GRUPO GRUNENTHAL ECUADOR PLANTA TECNANDINA.”**, presentado por el **Sr. DANILO SANTIAGO VICENTE CUEVA**, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. 2019

TUTOR

.....

Ing. Francisco Javier Jurado Pruna Mg.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo lo dedico inicialmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar con uno de mis anhelos más deseados. A mis padres por su infinito amor, a mi esposa e hijos por su incondicional amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mis hermanos, suegros por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa universitaria. A todas las personas que me han apoyado y han hecho posible que se realice este trabajo con éxito, en especial a aquellos que abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mí esposa, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mis hijos a quien los quiero infinitamente, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mis padres y hermanos por estar presentes en los momentos más difíciles y siempre brindarme un consejo.

TABLA DE CONTENIDO

DERECHOS DE AUTENTICIDAD	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xiv
(ABSTRACT).....	xv
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES	2
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
HIPÓTESIS O IDEAS A DEFENDER EN EL PROCESO INVESTIGATIVO	5
ALCANCE.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
1. Funcionamiento de los Sistemas Automáticos.....	7
1.1 Sistemas de Control.....	7
1.2 Clasificación de Sistemas de Control.....	8

1.2.1	Lazo cerrado	8
1.2.2	Lazo abierto	9
1.3	El PLC	9
1.3.1	El PLC Vipa.....	10
1.4	Lenguajes de programación.	10
1.4.1	Diagrama Ladder o Escalera.....	11
1.4.2	Diagrama de bloques	11
1.4.3	Lista de instrucciones.	12
1.4.4	Texto Estructurado	12
1.5	PANEL HMI	13
1.5.1	Paneles Vipa	13
1.5.2	Características Paneles Vipa.....	14
1.6	Encartonadora (Marchessini)	15
1.7	Variador de Frecuencia	16
1.8	Sensores Industriales	17
1.8.1	Sensor Inductivos	17
1.8.2	Sensor Capacitivo	18
MARCO METODOLÓGICO.....		19
2.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.2	MÉTODO E INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.3	PROCEDIMIENTO	21
2.4	Metodología Seleccionada	21
Fase I: Identificar y definir el problema.		21
Fase II: Definir lo requerimientos del Sistema		22
Fase III: Seleccionar la tecnología adecuada		22

Fase IV: Documentación del proyecto.....	23
Fase V: Prototipo	23
Fase VI: Validación del Prototipo	23
2.5 Metodología de la investigación	24
2.5.1 Definir.....	24
2.5.2 Medir.	24
2.5.3 Analizar. -	24
2.5.4 Mejorar. -	24
2.5.5 Controlar.....	24
2.6 PRUEBA PILOTO.....	24
PROPUESTA.....	26
3.1 Esquema del proyecto	26
3.2 Beneficiarios.....	27
3.3 Factibilidad.....	27
3.4 Descripción de los procesos	27
3.4.1 Dosificación de blíster	27
3.4.2 Sistema de doblado de Instructivo.....	29
3.4.3 Formado de Caja.....	30
3.4.4 Ingreso de Empujadores.	31
3.4.5 Velocidad de la Máquina.....	32
3.5 Diseño Tablero Eléctrico.....	33
3.6 Arquitectura de Control.....	34
3.7 Diagrama de bloque	34
3.8 Diseño HMI.....	35
3.9 Diseño de Programación	36
IMPLEMENTACION.	38

4.1	Implementación Interfaz HMI.....	38
4.2	Armado tablero de control.....	42
4.3	Armado de hardware del sistema	44
4.4	Proceso Final	45
4.5	Pruebas de Funcionamiento.	45
4.6	Pruebas de Fallas.....	50
4.7	Análisis de resultados.....	50
	CONCLUSIONES	52
	RECOMENDACIONES.....	53
	REFERENCIAS.....	55
	ANEXO A.....	50
	ANEXO B.....	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de Laso Cerrado (El Autor 2019)	8
Figura 2 Sistema de laso abierto (El Autor 2019)	9
Figura 3 Partes del PLC. (Mecafenix, n.d.)	10
Figura 4 Programación en Escaleras (Mecafenix, n.d.)	11
Figura 5 Programación de Bloques (Mecafenix, n.d.)	12
Figura 6 Programación Lista de Instrucciones (Mecafenix, n.d.)	12
Figura 7 Texto Estructurado (Mecafenix, n.d.)	13
Figura 8 Pantalla Touch Vipa (Manual de productos Vipa)	14
Figura 9 Puerto pantalla Touch (Manual de productos Vipa)	15
Figura 10 Marchessini #1 (El Autor 2019)	15
Figura 11 Variador de Frecuencia (Zuend, n.d.)	16
Figura 12 Sensor Inductivo (Celera, n.d.)	18
Figura 13 Sensor Capacitivo (Celera, n.d.)	18
Figura 14 Número de horas paradas Máquina Grunenthal Tecnandina. (El Autor 2019)	20
Figura 15 Esquema de Proceso (El Autor 2019)	26
Figura 16 Banda transportadora (el Autor)	28
Figura 17 Sensor (El Autor)	28
Figura 18 Magazine (El Autor)	28
Figura 19 Esquema de Dosificación de Blíster (El Autor 2019)	28
Figura 21 Sensor (El Autor 2019)	29
Figura 20 Electroválvula (El Autor 2019)	29
Figura 22 Esquema de Dosificado de Instructivo (El Autor 2019)	30
Figura 23 tambor donde se Forma la Caja (El Autor 2019)	30
Figura 24 Esquema de Dosificado de estuche (El Autor 2019)	31
Figura 25 Empujadores (El Autor 2019)	31
Figura 26 Esquema de Sistema de Empujadores (El Autor 2019)	32
Figura 27 Esquema de Variación de Velocidad (El Autor 2019)	33
Figura 28 Diseño del Tablero Eléctrico (El Autor 2019)	33
Figura 29 Arquitetura de Control (El Autor 2019)	34

Figura 30 Diagrama de Bloque del proceso (El Autor 2019)	35
Figura 31 Diseño HMI (El Autor 2019)	35
Figura 32 Esquema de Flujo de la Programación (El Autor 2019)	36
Figura 33 Lenguaje de programación LADDER (El Autor 2019)	37
Figura 34 Software Movicom. (El Autor 2019)	38
Figura 35 Interfaz de Comunicación (El Autor 2019).....	39
Figura 36 Pantalla de Operación (El Autor 2019).....	39
Figura 37 Pantalla de Motores (El Autor 2019)	40
Figura 38 Pantalla de Configuraciones. (El Autor 2019)	40
Figura 39 Pantalla de Variación de Velocidad (El Autor 2019).....	41
Figura 40 Pantalla de Alarmas (El Autor 2019)	41
Figura 41 Software Vipa (El Autor 2019)	42
Figura 42 Pantalla de Programación (El Autor 2019)	42
Figura 43 PLC Marca Vipa (El Autor 2019)	43
Figura 44 Tablero Eléctrico (El Autor 2019).....	43
Figura 45 Tablero Eléctrico Secundario. (El Autor 2019	44
Figura 46 Motor de Transmisión de Movimiento (El Autor 2019)	45
Figura 47 Tablero de paso (El Autor 2019).....	45
Figura 48 Pantalla de calibración de blíster (El Autor 2019)	46
Figura 49 Presentación por 10 Apronax (El Autor 2019).....	47
Figura 50 Sensor de detección presencia de instructivo (El Autor 2019)	47
Figura 51 Sensor de detección presencia de Caja (El Autor 2019)	48
Figura 52 Pantalla Habilitar Estuches. (El Autor 2019)	48
Figura 53 sensor de sincronización de la máquina (El Autor 2019).....	49
Figura 54 Capacitación del Personal (El Autor 2019).....	49
Figura 55 Número de paras de máquina en comparación 2018 (El Autor 2019)	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Variables del proceso de Empaque.....	46
Tabla 2 Fallas visuales en la pantalla.....	50

RESUMEN

La Farmacéutica del Grupo Grunenthal Ecuador planta de Tecnandina, elaboro el plan de automatización de la línea de empaque específicamente en la máquina Marchessini # 1, para reducir los tiempos de paradas de máquinas, el desperdicio de materiales, aumentar la confiabilidad de la línea productiva y estandarizar la velocidad de producción. La automatización se la realizo con un PLC marca Vipa y una pantalla touch que interactuara directamente con los operadores, para poder realizar calibraciones de formatos dependiendo de la presentación del producto. Con la Automatización se logró reducir el desperdicio de material, aumentar la confiabilidad de la máquina, regresar a su condición inicial de operación, reducir en un 75% de daños de máquina, reduciendo el costo del producto y generando más ganancias para la empresa.

Palabras Claves: PLC, interfaz, empacadora, productividad, costo, beneficio.

(ABSTRACT)

The Pharmaceutical of the Grunenthal Group Ecuador Tecnandina plant, developed the automation plan for the packing line specifically in the Marchessini # 1 machine, to reduce machine downtimes, waste of materials, increase the reliability of the production line and Standardize the production speed. The automation was carried out with a Vipa brand PLC and a touch screen that interacts directly with the operators, in order to perform format calibrations depending on the product presentation. With the Automation it was possible to reduce the waste of material, increase the reliability of the machine, return to its initial operating condition, reduce 75% of machine damage, reducing the cost of the product and generating more profits for the company.

Keywords: PLC, interface, baler, productivity, cost, benefit.

INTRODUCCION

ANTECEDENTES

Al automatizar las máquinas aumenta el rendimiento, reduce los tiempos de operación, amplifica la producción, reduce las pérdidas de material, mejorar la seguridad industrial. así se lo demuestra en el proyecto titulado “diseño e implementación de un sistema automatizado de dosificación por peso de agua y aceite para la cocción de salsas para la empresa MARCSEAL S.A”. donde anualmente existía una merma aproximada de 20 toneladas de aceite, lo que implica pérdidas económicas. (Arrellano Beltrán, 2011)

Asimismo, con la automatización de los procesos se mejorará la productividad y eficiencia, se optimiza el recurso humano y se obtienen registros de consumo de materia prima fundamentales para el análisis estadístico y planificación. La digitalización de datos de producción del nuevo sistema facilita la actualización de los inventarios en línea genera reportes de consumo y producto terminado. Además, la implementación de interfaces gráficas y adquisición de datos permite llevar a cabo análisis de indicadores de rendimiento para dar a conocer el estado del sistema, sus problemas y oportunidades de mejora (Morales, n.d.)

Un proceso parecido se desarrolló en la cocción de planchas acrílicas de dos hornos industriales para la empresa Acrilux S.A. Mediante el análisis de la curva de temperatura requerida y de su instrumentación, el proceso se lo automatiza por un PLC de marca SIEMENS S7-1200 y se visualiza y opera mediante un panel View KTP600 monocromático, además de selectores, pulsadores y luces piloto. El proceso cuenta con un control manual y un control automático, en este último el operador ingresa datos de temperaturas y tiempos en el HMI antes de iniciar dicho proceso (Villacres, 2001).

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La Farmacéutica Grupo Grunenthal Ecuador planta de Tecnandina ubicada en la Av. Manuel Córdova Galarza existe la línea de empaque semiautomático, que cumple con las funciones de dosificar blíster (Empaque de tabletas) dentro de un estuche, con un instructivo que indica las características del producto.

La Farmacéutica se divide en varias secciones productivas, cumpliendo estándares internacionales de calidad GMP (Good Manufacturing Practice), el área donde se encuentra ubicada la máquina encartonadora se denomina zona de Empaque, la misma que fue fabricada en el año de 1985 en Alemania.

En un proceso normal la máquina requiere de dos personas, una para la operación y otra para el empacando del producto terminado, sin embargo, en los últimos tres años ha sufrido múltiples averías atribuidas a la tecnología obsoleta, lo que ha derivado en la utilización de un tercer recurso humano, para minimizar los tiempos de paradas del proceso (reprocesos), generando costos adicionales.

Con la persona adicional los tiempos de reprocesos aumentan, los daños de máquina persisten y se debe llamar al departamento de mantenimiento para dar solución a estos inconvenientes los mismos que suelen tomar de 3 a 4 días para reparar o adaptar un sistema que permita continuar con el proceso productivo, cabe indicar que la encartonadora trabaja a un turno y medio de lunes a viernes durante todo el año.

A finales del año 2018 la línea encartonadora tuvo inconvenientes relacionados con la velocidad de producción de la máquina, es decir, crecida o bajón de la cantidad de productos terminados, debido al sistema de control averiado y que no se disponer de un sistema de aviso fallas para los sus diferentes procesos.

Adicional en el mismo año de Enero a Diciembre del 2018 la máquina encartonadora trabajó a un turno y medio 1311 horas, sin embargo, las paradas de máquina por desperfectos fueron 239 horas con un costo aproximado de \$11.703 según el departamento de controlling, el valor mencionado causa aumento en el costo del producto, horas extras y un deterioro forzado en la encartonadora. El departamento técnico como acción preventiva realiza mantenimientos basados en periodos de tres meses para minimizar las fallas recurrentes.

Al continuar con la tecnología obsoleta de las tarjetas electrónicas, las fallas más comunes que se presentaron fueron:

- **Pérdida de velocidad.** – Con el dispositivo de regulación de velocidad averiado aumenta el tiempo de trabajo por cada producto, incrementa las horas extras del personal operativo, con el fin de terminar la producción establecida para el día de trabajo.
- **Desperdicio de Material.** - Al ser un proceso semiautomático existe el desperdicio de materiales como son: estuches, instructivos, blíster; Al no tener un control automático que garantice la correcta optimización de materiales y de las diferentes variables del proceso, el costo de desperdicio de materiales es \$500 por lote fabricado.
- **Choques de Máquina.** - Es uno de los desperfectos más costosos, no se cuenta con un dispositivo que garanticen la correcta coordinación entre empujador y canaleta, esto ocasiona que el empujador retire la canaleta de su compartimento destruyéndola por completo, adicional el daño de 30 canaletas de 100 que tiene la máquina por motivo de que sigue funcionando el proceso hasta que el operador pulse el botón de emergencia, cada canaleta tiene un costo de \$80.
- **Daños en tarjetas electrónicas.** - la encartonadora tiene 34 años de funcionamiento continuo, lo que ha generado daños en las pistas de las tarjetas electrónicas, daños en elementos electrónicos, sulfatación en los puntos de suelda que genera falsas señales.

Por todo lo mencionado se toma la decisión de resolver el problema de la tecnología obsoleta en las tarjetas electrónicas, para lo cual existen las siguientes opciones:

- **Comprar una encartonadora nueva.** – El departamento de compras realizó una cotización a Italia de una máquina nueva, la respuesta enviada tiene un valor de 5 millones de Euros; Para esta opción su costo debe ser depreciado a un tiempo de 10 años, lo que aumenta el valor del producto y disminuye la ganancia de la empresa.
- **Automatización de la encartonadora con proveedor Externo.** – Durante este proceso se invita a una licitación en sobre cerrado para un proyecto de automatización; Se presentan tres cotizaciones de \$42000, \$41500 y \$41000, al ser un valor alto debe ser depreciado en 10 años.
- **Automatización de la encartonadora con personal de Mantenimiento.** –El material y otros elementos necesarios existen en la bodega de mantenimiento para su implementación, la mano de obra será del departamento técnico, lo que genera un ahorro para la planta farmacéutica.

JUSTIFICACIÓN

El proyecto se presentó ante una necesidad de la industria farmacéutica Grupo Grunenthal planta Tecandina, en tener un proceso automático de la línea de empaque, para lo cual se justifica socialmente. La línea de empaque cuenta con cinco procesos, para obtener el producto terminado (blíster, caja, instructivo, codificación, empujador), que se distribuye al paciente para minimizar el dolor. Los procesos manuales que disponen en la línea de empaque generan desperdicios de material, reprocesos, aumento en el costo del producto, aumento de horas de trabajo. Reducción del tiempo de vida útil de la máquina.

En lo que se refiere a la justificación económica, es un proyecto de bajo costo, que se

implementara con personal del área de mantenimiento, los elementos eléctricos se encuentran disponibles en la bodega de repuestos, adicional al implementar el proyecto se reducirán las paradas de máquina y aumentando su confiabilidad.

El proyecto también se justifica en el área tecnológica, ya que se cuenta con equipos automáticos de última tecnología, para el monitoreo y calibración de los diferentes procesos, que ayuden al personal operativo de una manera amigable, en lo que se refiere al ajuste de tiempos, dosificación y movimiento de motores del proceso actual.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Automatizar la máquina encartonadora (Marchessini # 1) en la Farmacéutica Grupo Grunenthal Ecuador Planta Tecnandina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir los procesos y parámetros de funcionamiento de la encartonadora.
2. Diseñar tablero control para cada proceso y comunicación de PLC con los diferentes entradas y salidas con las que cuenta la encartonadora.
3. Desarrollar la programación en el PLC y HMI.
4. Implementar el sistema de automatización de la encartonadora.
5. Realizar las pruebas de Funcionamiento.

HIPÓTESIS O IDEAS A DEFENDER EN EL PROCESO INVESTIGATIVO

Diseñar un sistema automático que controle los procesos de la máquina encartonadora,

garantizar que no exista desperdicio de materiales, choques de máquinas, pérdidas de velocidad, y daños de tarjetas electrónicas, el sistema automático será capaz de mostrar alarmas visuales de las posibles fallas y detener el proceso para la corrección de los problemas por parte del departamento técnico.

ALCANCE

El nuevo sistema automático de control será instalado en la máquina encartonadora en el área de empaque, cumpliendo con el siguiente alcance:

La interfaz entre usuario y autómatas será capaz de seleccionar la cantidad de blíster, la velocidad de trabajo, instructivos, cajas, el control, visualización de alarmas que se generen durante el proceso productivo con los nuevos sensores ubicados en el proceso.

Control de velocidad que garantice un sistema continuo y estable, para lograr estandarizar velocidades, maximizando la eficiencia de la línea encartonadora. La máquina encartonadora tendrá voltajes estándares tanto para el sistema de control como para el sistema de fuerza, en el sistema actual existe varias fuentes de voltaje como 12VAC, 5VAC, 7VAC etc.

Eliminación de tecnología obsoleta en las tarjetas electrónicas (cerebro) que controlan toda la máquina, por un PLC marca VIPA teniendo el respaldo del programa, para reducir el tiempo de para de máquina. Diseño de planos eléctricos de control y fuerza para el nuevo proceso automatizado con nuevas ubicaciones de los elementos eléctricos, tableros de control y tableros de empalmes

CAPÍTULO 1.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. Funcionamiento de los Sistemas Automáticos.

1.1 Sistemas de Control

Los sistemas de control en la actualidad se muestran en todas las empresas industriales dedicadas a la generación de producción masiva, que pueden ser observadas según la teoría de control de automático. (A Shor, 1992) Se puede decir que un sistema de control es un efecto de una acción, para la toma de decisiones, dentro de un sistema o un proceso industrial.

En la investigación de (Bustos, 2017) “Propuesta de un sistema de control y automatización con administración remota” mostró los requerimientos de un sistema de control y automatización para la aplicación del manejo automático de riego que controle las variables de su proceso reduciendo el desperdicio de recursos. Este estudio nos permite demostrar que la optimización de recursos se puede minimizar con la utilización de un PLC.

A sí mismo en la tesis (Moreno López, 2007) “Desarrollo y automatización de un área estéril para laboratorio farmacéutico” fue implementada ante una necesidad de mejorar las condiciones de un ambiente farmacéutico del área de No lactamicos. Se toma en cuenta las diferentes variables que se encuentran en la farmacéutica para un mejor rendimiento de los procesos. Las características del sistema de filtración de retención del tamaño de partículas, pruebas en general de las calificaciones que dan aval al óptimo funcionamiento de las instalaciones y del proceso para la elaboración de las medicinas Con lo descrito en el párrafo anterior podemos decir que otra variante a controlar durante el proceso son las condiciones de los sistemas de apoyo crítico.

1.2 Clasificación de Sistemas de Control

A partir de lo descrito en el párrafo anterior los sistemas de control se clasifican en:

1.2.1 Lazo cerrado

Los sistemas de lazo cerrado son aquellos que generan una re alimentación de señales, y son capaces de cambiar las condiciones de entrada en función de las condiciones de salida (Millar Kliomar Escalona Hernández, 2017), como se aprecia en la Figura 1.

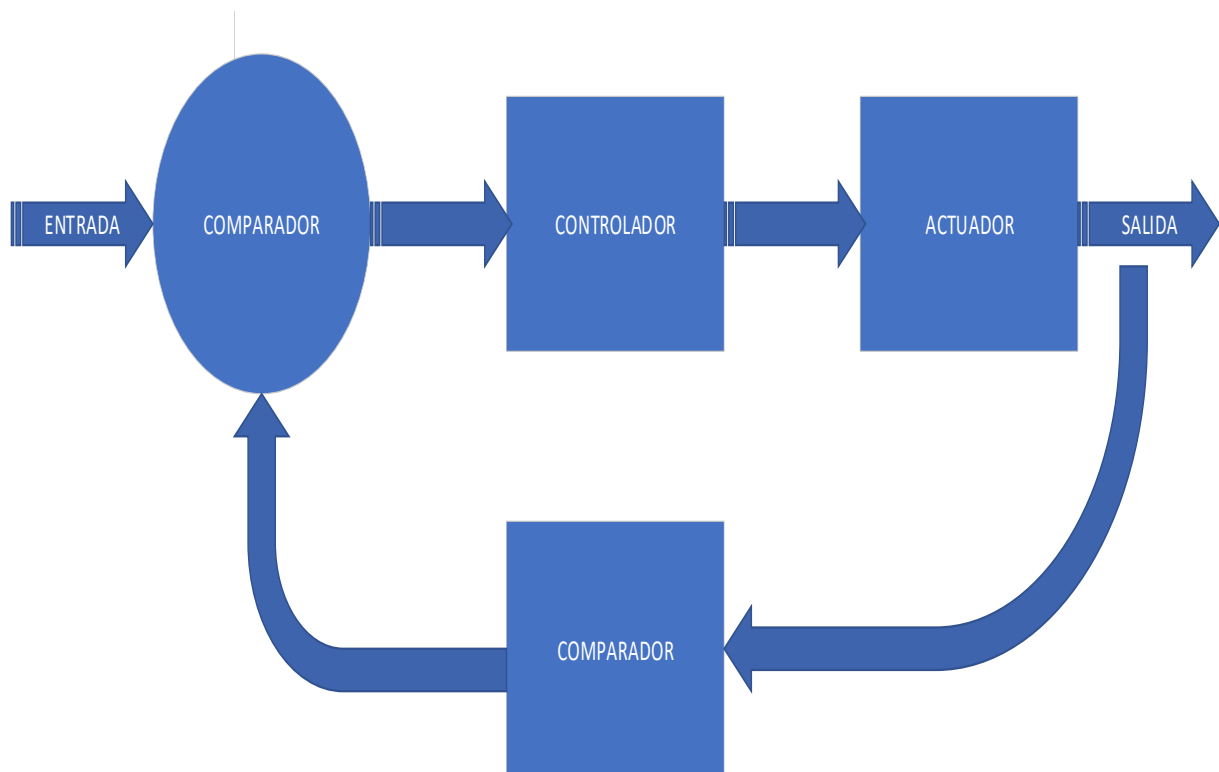


Figura 1 Sistema de Lazo Cerrado (El Autor 2019)

1.2.2 Lazo abierto

Los sistemas de lazo abierto son aquellos que no generan una re alimentación de señales, es decir, que las condiciones de las salidas no generan cambios en las entradas de señales del proceso (Millar Kliomar Escalona Hernández, 2017), como se aprecia en la Figura 2.



Figura 2 Sistema de lazo abierto (El Autor 2019)

1.3 El PLC

El PLC (Control Lógico Programable), se lo puede denominar con el siguiente nombre autómatas programables, en realidad es un hardware de diferentes tamaños dependiendo de su fabricante, que en su interior consta de un software para la programación de un proceso industrial, se debe considerar las diferentes variables de entradas y salidas que tiene el sistema estas variables pueden ser temperatura, nivel, analógicas, digitales, actuadores como pistones, motores, válvulas, etc.(Bolton, 2006).

Un PLC se puede considerar como un computador que ayuda a interactuar al programa con los usuarios de una manera más fácil para lo cual se necesita de lenguajes de programación, en los cuales se debe construir las necesidades del proceso a automatizar. A continuación, se detalla los módulos de cómo se puede conformar un PLC como se puede apreciar en la Figura 3.

Fuente primaria de alimentación.

Unidad de procesamiento central (CPU)

Módulos de entrada y salida.

Módulos de memorias.

Unidad de programación



Figura 3 Partes del PLC. (Mecafenix, n.d.)

1.3.1 El PLC Vipa

El PLC de marca Vipa es de la Serie genérica de la empresa multinacional Siemens, el PLC Vipa cuenta con un CPU donde se aloja un procesador estándar con memoria interna en donde queda grabada la información con respecto a la programación del equipo. Adicional con la tecnología SPEED7 integrada, la unidad ayuda a la resolución de problemas de automatización de los procesos dentro de cualquier industria como puede ser la Farmacéutica en el anexo C podemos observar la ficha característica del PLC Vipa. A continuación, se describe brevemente a la familia 300S y sus características de operación:

- operación cíclica
- procesamiento de temporizador
- operación controlada por alarma
- procesamiento basado en prioridades

1.4 Lenguajes de programación.

Para poder comunicar las necesidades de los usuarios con la máquina se debe establecer un lenguaje de programación que consiste en símbolos, caracteres y reglas de uso. En la actualidad se conoce varios tipos de lenguaje de programación para los PLC como son:

Diagrama Ladder o también llamado Diagrama de escalera .(Villacres, 2001)

Diagrama de bloques.

Lista de Instrucciones.

Texto Estructurado.

1.4.1 Diagrama Ladder o Escalera

Fue uno de los primeros lenguajes en ser utilizados por los usuarios de programación de sistemas autómatas, se denomina con el nombre de escalera ya que tiene mucha semejanza a una escalera normal que contiene estructuras verticales y horizontales para sostener la estructura principal como se puede apreciar en la Figura 4.(Villacres, 2001)

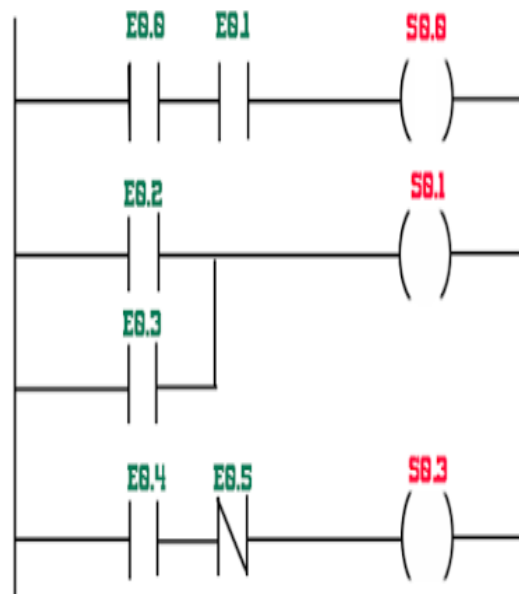


Figura 4 Programación en Escaleras (Mecafenix, n.d.)

1.4.2 Diagrama de bloques

Este tipo de lenguaje utiliza bloques de circuitos con compuertas lógicas se puede decir que es la misma simbología usada en los dos lenguajes son equivalentes como se puede apreciar en la Figura 5.

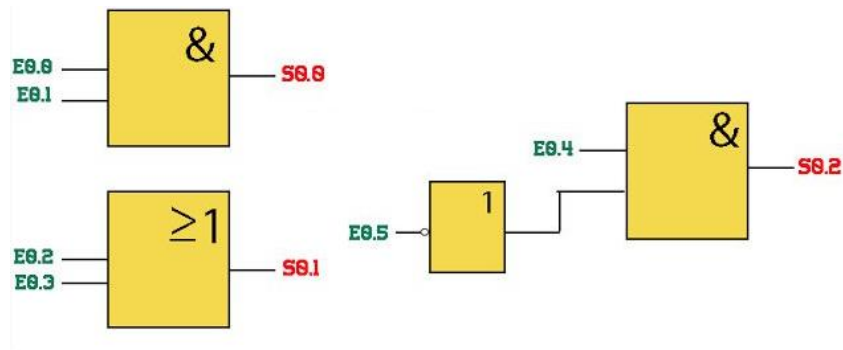


Figura 5 Programación de Bloques (Mecafenix, n.d.)

1.4.3 Lista de instrucciones.

Es uno de los lenguajes con mayor utilización por los profesionales de la electrónica como los informáticos, con seguridad se manifiesta que este lenguaje es el antecesor del diagrama de escalera ya que fue utilizado antes de que las computadoras tengan capacidad gráfica como se puede apreciar en la Figura 6.



Figura 6 Programación Lista de Instrucciones (Mecafenix, n.d.)

1.4.4 Texto Estructurado

Consiste en un detalle de instrucciones para ejecutar las necesidades de los usuarios, se puede afirmar que es un lenguaje superior de instrucciones como condicionales, bucles etc. Como se puede apreciar en la Figura 7.

```
IF ((E0.0 == TRUE) && (E0.1 == TRUE))
{
S0.0 = TRUE;
}
ELSE S0.0 = FALSE;

IF ((E0.2 == TRUE) || (E0.3 == TRUE))
{
S0.1 = TRUE;
}
ELSE S0.1 = FALSE;

IF ((E0.4 == TRUE) && (E0.5 == FALSE))
{
S0.2 = TRUE;
}
ELSE S0.2 = FALSE;
```

Figura 7 Texto Estructurado (Mecafenix, n.d.)

1.5 PANEL HMI

Las siglas HMI significan Human Machine Interface, que brinda ayuda a la comunicación entre las personas y la máquina en cualquier proceso, para el cambio de parámetros, verificación de alarmas, los cuales son mostrados en un display gráfico.

1.5.1 Paneles Vipa

Los paneles Vipa son marca genérica de la empresa Siemens, lo cual nos brinda las mismas propiedades como es un lenguaje universal, adicional la programación es muy amigable y existe una enorme variedad de tipos dependiendo de la necesidad de la industria y su aplicación como se puede apreciar en la Figura 8.



Figura 8 Pantalla Touch Vipa (Manual de productos Vipa)

1.5.2 Características Paneles Vipa

- El panel táctil VIPA es una PC integrada compacta y modular basada en Windows® CE. Además de las amplias funciones de Windows® CE.
- E Panel táctil ofrece diversas posibilidades de comunicación. Aquí, el Panel táctil simplemente se puede configurar, controlar y controlar de forma remota.
- Al incluir un tiempo de ejecución HMI / SCADA seleccionable, el panel táctil es particularmente adecuado para monitorear y controlar los ciclos de proceso. Como aprecia en la Figura 9.

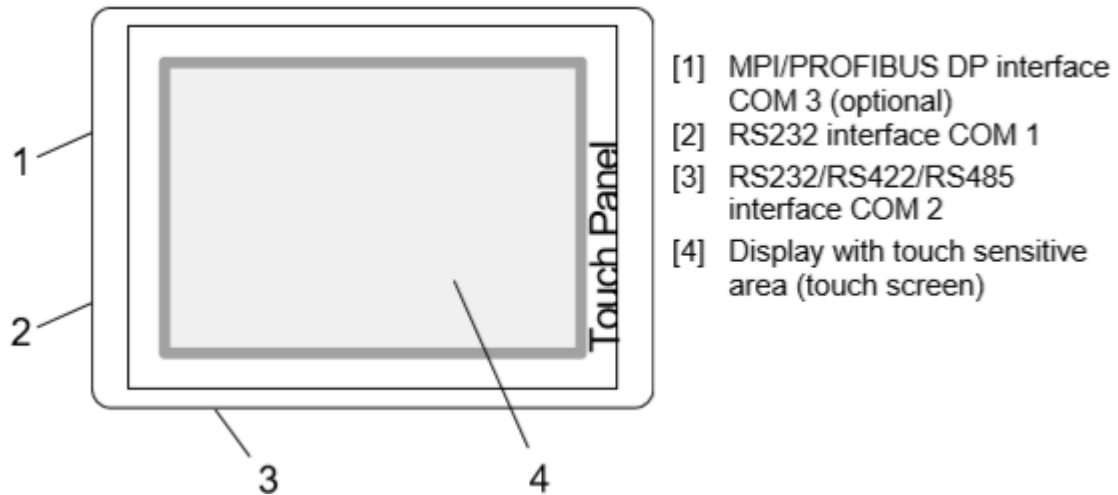


Figura 9 Puerto pantalla Touch (Manual de productos Vipa)

1.6 Encartonadora (Marchessini)

La máquina encartonadora Marchessini consta de varios procesos en los cuales al final se tiene un blíster empacado en su estuche y su instructivo, debidamente codificado el lote, la fecha de fabricación e información del producto. La encartonadora se encarga de dosificar los blísteres de acuerdo a la necesidad diaria, luego en un siguiente sub proceso le adiciona un prospecto o instructivo, teniendo en cuenta que existe blíster e instructivo se adjunta el estuche con su respectiva codificación, y por último se debe pesar el estuche con todos los accesorios, para garantizar su peso correcto como se puede apreciar en la Figura 10



Figura 10 Marchessini #1 (El Autor 2019)

1.7 Variador de Frecuencia

Los variadores de frecuencia son dispositivos electrónicos que se emplean para regular la velocidad de los motores de corriente alterna dependiendo de la frecuencia de alimentación a la cual se va a trabajar se debe tener en cuenta las características de cada proceso y su impacto. A continuación, se describe el funcionamiento del elemento electrónico:

- Primera etapa es convertir el voltaje alterno AC en voltaje continuo DC, esto se lo realiza por medio de puentes rectificadores de potencia.
- Segunda etapa el voltaje DC es acondicionado por un banco de condensadores, con el fin de afinar el voltaje rectificado y bajar la emisión de variaciones en la señal de voltaje.
- Tercera etapa la inversión se la realiza mediante transistores IGBT que se encienden y se apagan en diferentes tiempos, que genera una onda cuadrada de voltaje DC. Con la frecuencia probada con la onda también se puede controlar la velocidad del motor, como se aprecia en la figura 11.



Figura 11 Variador de Frecuencia (Zuend, n.d.)

1.8 Sensores Industriales

Con los sensores se puede hacer la analogía con el ser humano que cuenta con 5 sentidos como son mirar, oír, oler, probar y gustar; cada uno de los sentidos envía información al cerebro para controlar las acciones que pueda realizar las personas. Un ejemplo de los sentidos es caminar hacia un muro que se encuentra ubicado a tres metros de distancia, los sensores que intervienen son los ojos el tacto y el oído, los cuales permiten apreciar donde se encuentra ubicado el muro.

Ahora una vez entendido la analogía de los sensores se puede decir que un sensor es un dispositivo electrónico que envía datos hacia un cerebro, que lo convertirá en información para la adquisición, de decisiones de acuerdo con las necesidades para el cual fue diseñado.

1.8.1 Sensor Inductivos

Los sensores inductivos de velocidad y ubicación existen en gran variedad en tamaños, diseños y formas dependiendo de la necesidad, su trabajo se basa en el principio de transformador y un fenómeno físico de alternar las corrientes eléctricas.

Los sensores de proximidad cuentan con alimentación eléctrica lo que genera movimiento de corrientes alternas en una bobina, al acercarse un objeto conductor o permeable magnéticamente cambia su impedancia, al sobrepasar el umbral, actúa como una señal de que el objeto está presente (González Filgueira et al., 2008), como se muestra de la Figura 12

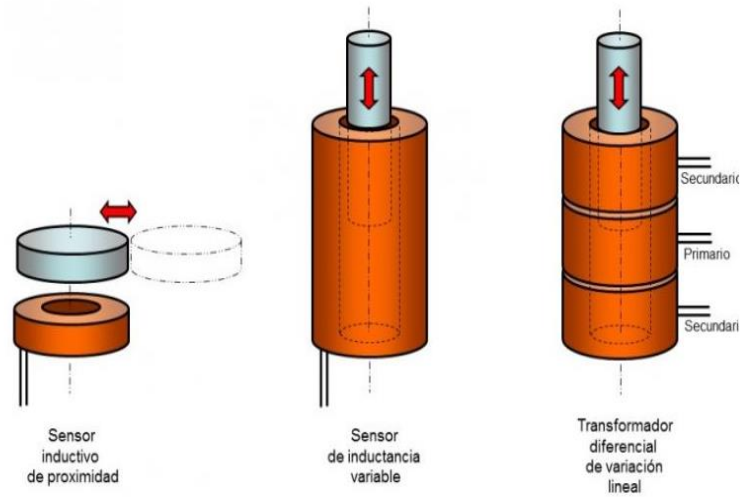


Figura 12 Sensor Inductivo (Celera, n.d.)

1.8.2 Sensor Capacitivo

Los sensores capacitivos su funcionamiento se basa en el cambio de capacitancia en la placa detectora que se localiza en la cara sensible que se denomina región, y es accionado cuando cualquier objeto (liquido, solidos, vidrios) aborda su sitio sensible cambiando su estado lógico, como se muestra en la Figura 13. (González Filgueira et al., 2008)



Figura 13 Sensor Capacitivo (Celera, n.d.)

CAPÍTULO 2.

MARCO METODOLÓGICO

Para el proyecto en lo que se refiere a la fundamentación teórica se usará el método sistémico, método crítico y el método empírico (Sampieri, 2014) ya que se trata de un proyecto técnico, en el cual se debe garantizar la clasificación de sus partes en sus diferentes sistemas, como es el proceso de automatización de un proceso manual, con un autómata electrónico el cual consta de diferentes sistemas de control, potencia y de comunicación, con el método sintético de puede dividir cada uno de los sistemas individual y convertirlo en uno solo proceso.

Para el desarrollo del prototipo se debe dividir en diferentes procesos, con el fin de ayudar a la experimentación (prueba - error), con lo que se garantiza que al momento de realizar pruebas en cada una de las diferentes etapas del proceso se podrá encontrar fallas y poderlas corregir en ese mismo instante.

Con la creación de un prototipo se logra generar pruebas de fallos, los cuales serán registrados en una bitácora, para su interpretación y encontrar las soluciones posibles, de acuerdo con las diferentes necesidades del proceso como del personal operativo y de mantenimiento.

2.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El método de enfoque cualitativo, cuantitativo o mixto forman posibles elecciones para el manejo de problemas de investigación y resultan de gran aporte. En la actualidad son las mejores formas de diseñadas por el ser humano para la investigación y aportar conocimiento (Sampieri, 2014)

El método sistemático que se usará para este proyecto y lograr estudiar por separados cada uno sus procesos, garantizar el óptimo funcionamiento de cada uno de ellos para conocer las oportunidades de mejora, también se debe crear nuevos planos eléctricos ya que se está cambiando el sistema de control del proceso.

Para desarrollar la propuesta se utiliza el método teórico analítico basado en propuestas de cambio de máquina nueva y el desarrollo del software. Para desarrollar la fundamentación teórica se utiliza el método teórico demostrativo con la siguiente información obtenida de los años 2017 y 2018 como se muestra en la Figura 14.

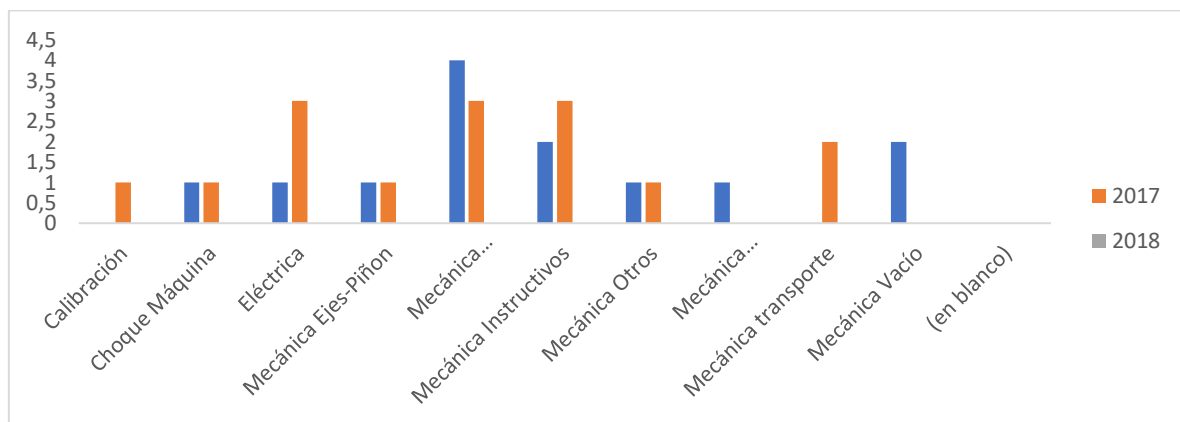


Figura 14 Número de horas paradas Máquina Grunenthal Tecnandina. (El Autor 2019)

Para desarrollar el Marco Metodológico se utilizará el método empírico basado en revisión documental que se encuentra en bitácora de la máquina, adicional se ocupa la técnica de criterios de expertos.

2.2 MÉTODO E INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Con el método cuantitativo que se refiere a investigaciones anteriores, por lo cual se fundamenta principalmente en sí mismo. Se puede decir que el cuantitativo se utiliza para

consolidar y lograr con exactitud los fenómenos en estudio a partir de oportunidades de mejora mencionadas por la población en estudio. (Sampieri, 2014)

Al mencionar oportunidades de mejora se refiere a los diferentes elementos electrónicos discontinuados, que puedan acoplarse a la nueva tecnología a instalar, ya que se puede introducir con falsas señales en nuestro sistema de control, reduciendo la confiabilidad de los diferentes procesos y causando desperdicios de materiales.

2.3 PROCEDIMIENTO

Para el presente proyecto se realizará la ejecución de prueba error con el que se garantiza el correcto funcionamiento y la toma de decisiones adecuadas y en el momento preciso; adicionalmente se tiene un antecedente de cómo funciona el proceso sin automatización que será de gran ayuda para su correcto funcionamiento. (Course Hero, 2018).

2.4 Metodología Seleccionada

Para la ejecución del diseño y la implementación de la automatización de la encartonadora, se sugirió tomar seis etapas que ayudaran con los requerimientos necesarios para logra alcanzar el objetivo principal, se toma como referencia lo descrito por Jerry Fitzgerald (2001 p, 213) y por (Savant.C.J.)

Fase I: Identificar y definir el problema.

Se procede con un levantamiento de información de los procesos y los requerimientos de las personas involucradas en la operación, una de sus principales fallas es el continuo reproceso de producto, choques en máquina lo que genera un aumento en el costo del producto. Durante el año 2018 la máquina encartonadora trabajó a un turno y medio 1311 horas, sin embargo, las paradas de máquina por desperfectos fueron 239 horas con un costo aproximado de \$11.703

según el departamento de controlling, el valor mencionado causa aumento en el costo del producto, horas extras y un deterioro forzado en la encartonadora.

Según (Savant C.J.) se debe definir el problema, en la etapa de definición, se sugiere tener un diseño que especifique todas sus procesos o un diseño vago de los señores usuarios, para definir el proyecto e ir puliendo los diseños en sistemas más pequeños, esto dependerá de que tan complejo es cada proceso, para buscar la solución más adecuada en cada etapa.

Fase II: Definir lo requerimientos del Sistema

El proyecto de automatización de la línea de empaque es un sistema que no dependa de la intervención del personal operativo y mediante el autómatas PLC que cumple con la función de toma de decisiones del proceso, sea capaz de controlar tiempos de dosificado, cantidad de blíster, secuencia de estuche, instructivo, para no generar desperdicios de materiales, mano de obra y recursos.

Para definir las necesidades de los diferentes procesos se debe asegurar cada una de las metas dentro de una estructura de investigación y sean necesidades cuantitativas como lo menciona Jerry Fitzgerald (2001 p, 213)

Fase III: Seleccionar la tecnología adecuada

Es muy importante la recolección de datos que se obtiene en libros, bitácoras, manuales, experiencia del personal operativo, personal de mantenimiento sobre las tendencias tecnológicas con el fin de escoger la más adecuada.

La decisión de la tecnología a utilizar depende del conocimiento adquirido en cada situación que se presenta en el día a día, para lo cual se pueden generar varias soluciones como lo manifiesta Rubén Cárdenas (2009).

Fase IV: Documentación del proyecto

La información adquirida debe ser precisa de tal modo que no se mal interprete, ante ello se establece terminología, simbología, a ser especificado en el diseño. (Savant C.J.)

Todo lo relacionado con el tema de interés es revisado, ya que existen muchos términos de tecnología que se pueden adaptar para algunos casos, sin embargo, para otras personas pueden ser desconocidas, y lograr documentar con exactitud el proyecto.

Fase V: Prototipo

Mediante la etapa de diseño se debe asegurar una verificación doble del proceso, para garantizar el óptimo funcionamiento, sin embargo, los diseñadores suelen tener la verificación doble que se encuentra en sus mentes, lo que genera que se ha susceptible a errores como lo manifiesta (Savant C.J.)

Con lo manifestado en el párrafo anterior se genera un diseño de automatización de la línea de empaque, cumpliendo con las diferentes necesidades ya descritas en la fase de documentación.

Fase VI: Validación del Prototipo

Los profesionales como son ingenieros e investigadores deben acoplarse a los medios económicos en la construcción de diferentes circuitos, siendo de gran importancia que estos modelos no son garantizados por su costo y complejidad. (Savant C.J.)

Se debe generar un prototipo para garantizar el correcto funcionamiento de los diferentes procesos y así poder corregir las posibles que se puedan presentar e ir validando la información

adquirida en las etapas anteriores de las necesidades de los señores usuarios.

2.5 Metodología de la investigación

Para el proyecto se usará la metodología de investigación basado en la técnica LEAN (Esbelta), herramienta DMAIC (Socconini, 2010)

2.5.1 Definir. - Establecer el problema a resolver, teniendo en cuenta las métricas que se va a utilizar para comprobar la evolución del problema.

2.5.2 Medir. - Utilizar métricas para establecer un seguimiento que permita analizar la situación a futuro.

2.5.3 Analizar. - Detallar la información obtenida del proceso con la cual se realiza un estudio para conectar la falla más repetitiva y que acciones se puede tomar.

2.5.4 Mejorar. - Poner en marcha las soluciones planteadas y acciones tomadas en el momento de análisis, se debe establecer responsables y las fechas de ejecución.

2.5.5 Controlar. - Medir para tener un control de las mejoras obtenidas con el fin de no retroceder en las acciones que garantizan un buen proceso siendo eficiente y eficaz.

2.6 PRUEBA PILOTO

Las pruebas piloto del proceso se ejecutarán en presencia de los señores operadores y con blíster vacíos que simularan el proceso completo, realizando test de desafíos que ayudará la validación del proceso. Adicionalmente se cuenta con el IQ del departamento de validaciones para garantizar su correcto funcionamiento.

Con ayuda de los usuarios de la máquina se podrá homologar los requerimientos del proceso y poder minimizar las fallas, como por ejemplo la calibración de los diez motores, que se realizará con la selección desde la pantalla y luego para subir o bajar se lo ejecutará con una botonera de dos pulsadores.

Se comparará el funcionamiento del nuevo sistema, con un check list del departamento de calificaciones ya que al ser una máquina por donde pasa el 90% de la producción, se debe resolver todas las posibles anomalías, para garantizar la reducción de paradas de máquinas.

CAPÍTULO 3.

PROPUESTA

3.1 Esquema del proyecto

Se propone el diseño de un sistema automático para el control de una máquina encartonadora de producto terminado en sus varias presentaciones (caja, instructivo, codificación y pesaje) en la industria farmacéutica Grupo Grunenthal Ecuador planta Tecnandina, reduciendo costos de mantenimiento correctivo que se genera en este sistema, a continuación, se detallan los procesos con los que cuenta la encartonadora como se muestra en la Figura 15.



Figura 15 Esquema de Proceso (El Autor 2019)

3.2 Beneficiarios

Los beneficiarios directos del presente proyecto son los operadores de la línea de empaque en la farmacéutica, ya que se genera confiabilidad del proceso de empaqueo de blíster, también es un beneficiario directo la persona que lo ejecuta, por cuanto es un proyecto de titulación.

Los beneficiarios indirectos son todas las personas que adquieren un producto fabricado en las instalaciones de la farmacéutica, ya que cuentan con un producto que cumple con todos los estándares internacionales y con calidad, se puede mencionar que otro beneficiario indirecto es el departamento de controlling ya que alargamos el tiempo de vida útil del sistema eléctrico.

3.3 Factibilidad

Para el proyecto de Automatizar la máquina encartonadora en la Farmacéutica establece la disponibilidad de los diferentes recursos en diferentes aspectos como por ejemplo operativo, económico y técnico.

3.4 Descripción de los procesos

3.4.1 Dosificación de blíster

El proceso de dosificación previo a la intervención se realiza con un motor de AC (figura 16) que transmite su movimiento con una banda a un eje, donde se encuentra ubicado una bobina que controla la cantidad de blíster a dosificar. Dentro de la canaleta ranurada (figura 18), que es gobernada por el sensor inductivo m18 como se puede apreciar en la Figura 17.



Figura 18 Magazine (El Autor)



Figura 16 Banda transportadora (el Autor)



Figura 17 Sensor (El Autor)

Se plantea realizar el control de este proceso con un PLC, monitoreado por un HMI, que muestra una pantalla donde se puede calibrar la cantidad de blíster a dosificar mediante la digitación de tiempos que esta dado en microsegundos, con esta mejora se elimina el sensor y se garantiza el correcto funcionamiento de acuerdo a las necesidades de la presentación, como se muestra en la Figura 19.

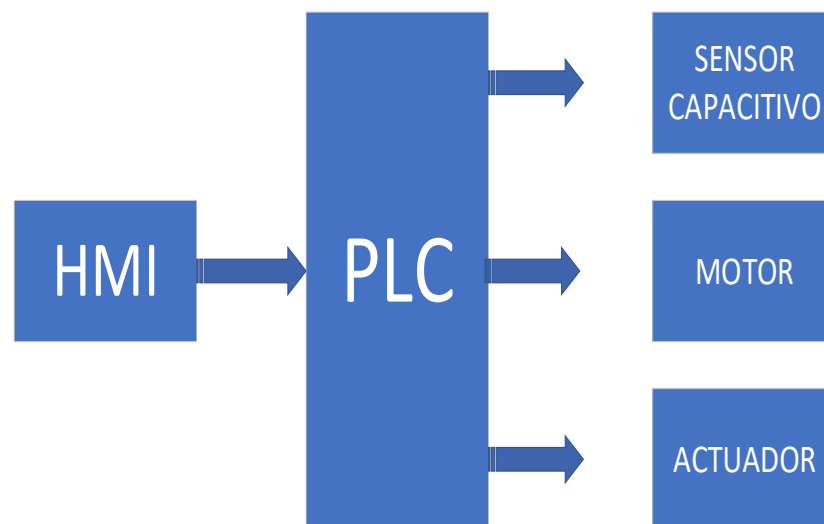


Figura 19 Esquema de Dosificación de Blíster (El Autor 2019)

3.4.2 Sistema de doblado de Instructivo.

Mediante la activación de un interruptor manual empieza la etapa de doblado de instructivo, se enciende la electroválvula de vacío (Figura 20) y con levas mecánicas sacan el instructivo del bloque de apilación, este proceso manual genera desperdicio de material, como se muestra en la Figura 21

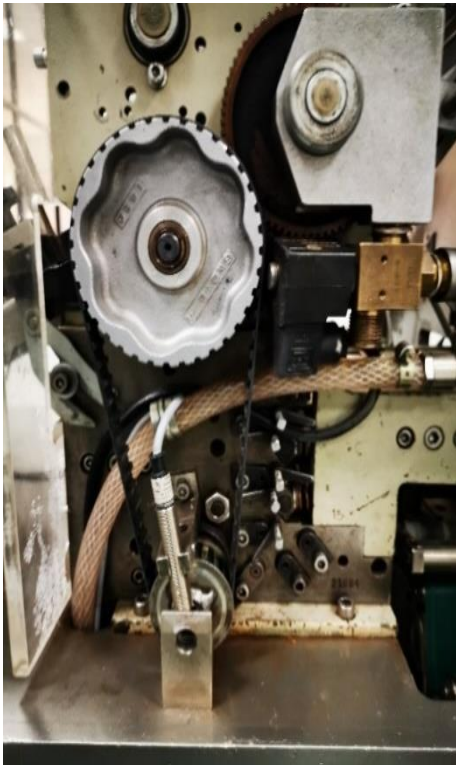


Figura 21 Electroválvula (El Autor 2019)



Figura 20 Sensor (El Autor 2019)

Se colocará un sensor inductivo m12 rasante que garantice que exista blíster dentro de la canaleta y solo en ese momento envíe una señal al sistema para activar la electroválvula de vacío y empiece con el doblado del instructivo caso contrario no se activará, para evitar el desperdicio de materiales, también se diseña una pantalla donde se pueda trabajar tanto en automático como en manual, como se muestra en la Figura 22.

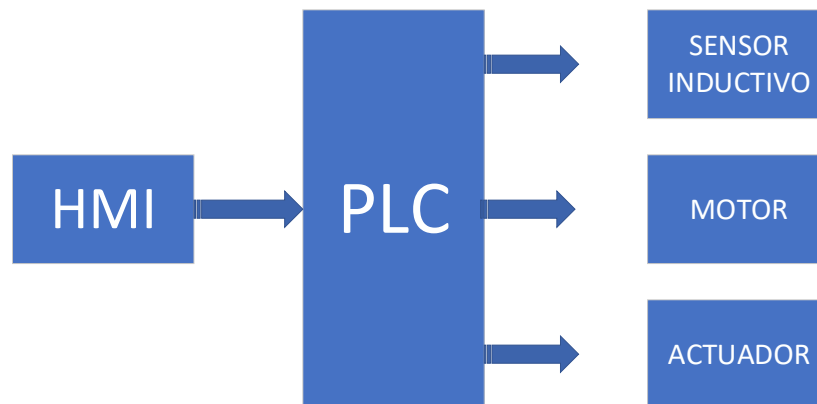


Figura 22 Esquema de Dosificado de Instructivo (El Autor 2019)

3.4.3 Formado de Caja.

Se presiona un interruptor manual para activar una electroválvula de vacío que actúa sobre el banco de apilado de estuches, el señor operador debe garantizar que coincidan blíster más instructivo dentro de la misma canaleta como se aprecia en la figura 23.



Figura 23 tambor donde se Forma la Caja (El Autor 2019)

Para esta propuesta se utilizarán un PLC con una pantalla Touch, cambio de un tablero eléctrico de control donde se realizará las conexiones de los distintos sensores y actuadores, se utilizará cables multipar para llevar todas las señales que se requieran para el correcto

funcionamiento. Con el nuevo sistema automático se reemplazará el cerebro antiguo que es a base de compuertas lógicas y un variador de velocidad discontinuado como se observa en la Figura 24.

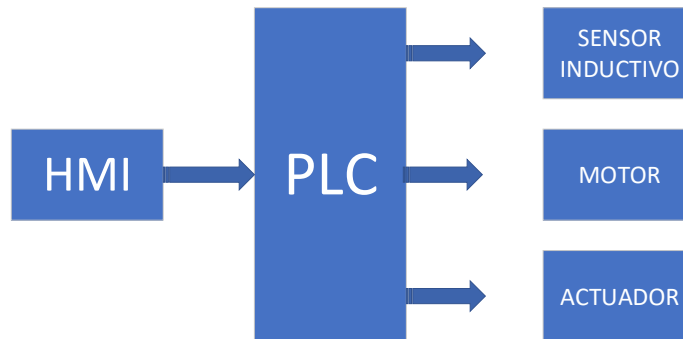


Figura 24 Esquema de Dosificado de estuche (El Autor 2019)

3.4.4 Ingreso de Empujadores.

Se presiona un interruptor manual para activar una electroválvula con un pistón e ingresar los empujadores hacia las canaletas donde se encuentra el instructivo, más blíster, más estuche, el señor operador debe garantizar que este proceso se sincronice sin producir errores como se observa en la figura 25.



Figura 25 Empujadores (El Autor 2019)

Se propone colocar dos sensores inductivos M12 rasantes hacia las entradas digitales del PLC, para garantizar que, si los empujadores se llegan a descarrilar, la maquina se detenga y muestre una alarma de fallo como se muestra en la Figura 26.

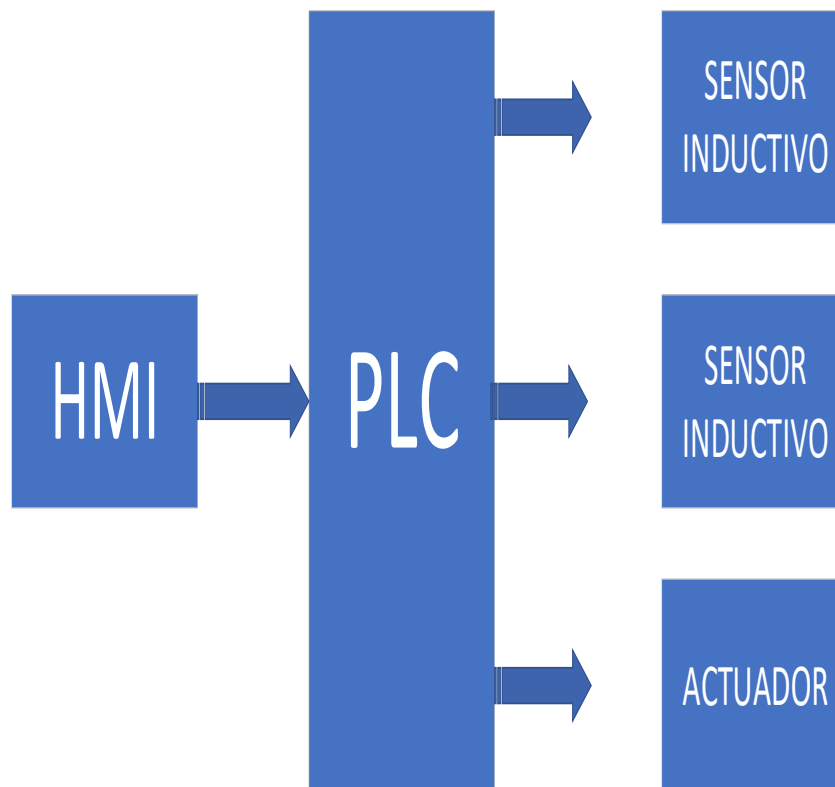


Figura 26 Esquema de Sistema de Empujadores (El Autor 2019)

3.4.5 Velocidad de la Máquina.

Se coloca un nuevo motor de 5Hp de CA y un variador de frecuencia, para controlar las diferentes velocidades de producción a las cuales la máquina puede trabajar dependiendo de la presentación del producto como se aprecia en la Figura 27.

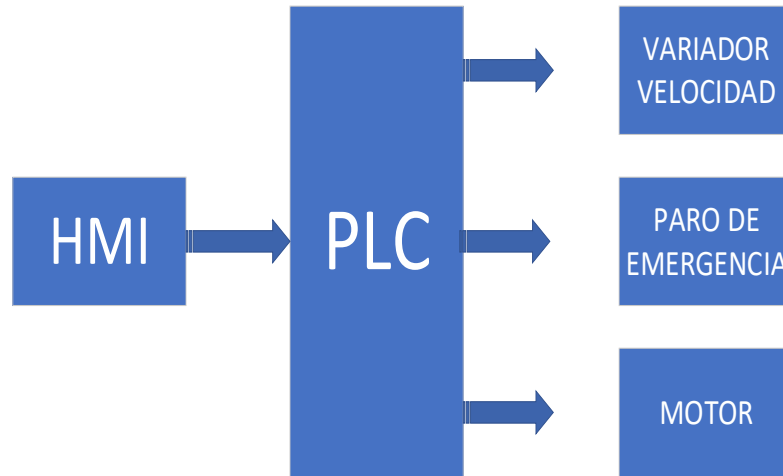


Figura 27 Esquema de Variación de Velocidad (El Autor 2019)

3.5 Diseño Tablero Eléctrico

El diseño del tablero eléctrico se lo realiza en conjunto la programación del PLC ya que se necesita realizar pruebas de funcionamiento, en el caso de existir alguna novedad, se la debe corregir en el mismo momento ya que el tiempo es un limitante para el proyecto, como se observa en la Figura 28.

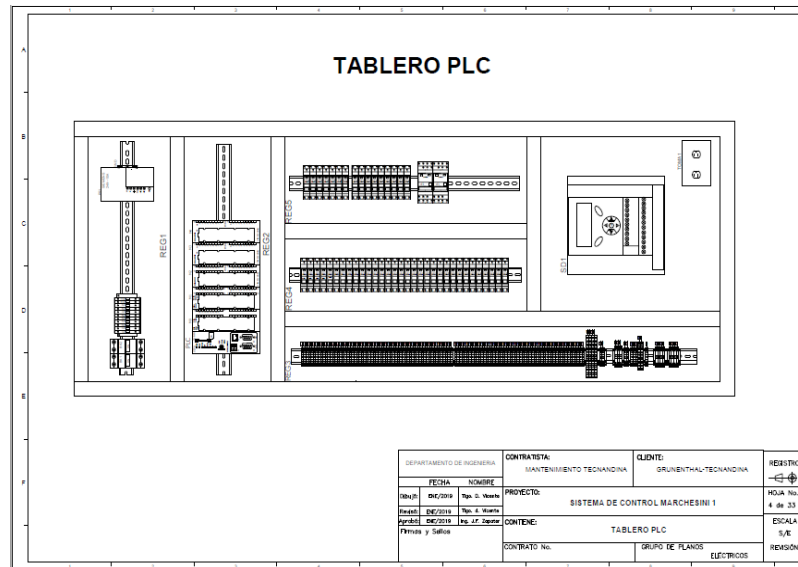


Figura 28 Diseño del Tablero Eléctrico (El Autor 2019)

3.6 Arquitectura de Control

Las conexiones entre tableros secundarios hacia el tablero principal donde se encuentran el nuevo cerebro de la máquina, es decir, el PLC se las realizara con borneras de paso; La salida de cada elemento desde el PLC hacia el elemento final será por medio de un relé garantizando así que no exista ningún inconveniente con el módulo de salidas ya que existe diferentes elementos finales que consumen más corriente que soportan los módulos de salida de PLC como se muestra en Figura 29.

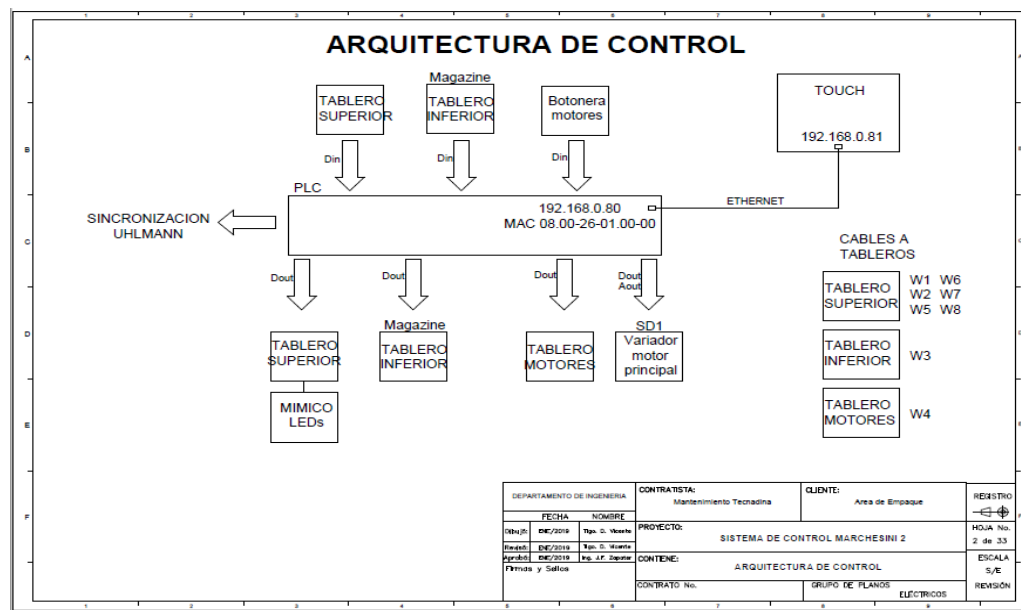


Figura 29 Arqitetura de Control (El Autor 2019)

3.7 Diagrama de bloque

Los sistemas de control se forman por un conjunto de elementos unidos entre sí, para realizar una operación requerida. Los bloques se representan por cajas que en su interior contiene el nombre, de la descripción de la variable de entrada para obtener una salida (Millar Escalona, 2017) a continuación se muestra en la Figura 30 el diagrama de bloques del proceso.

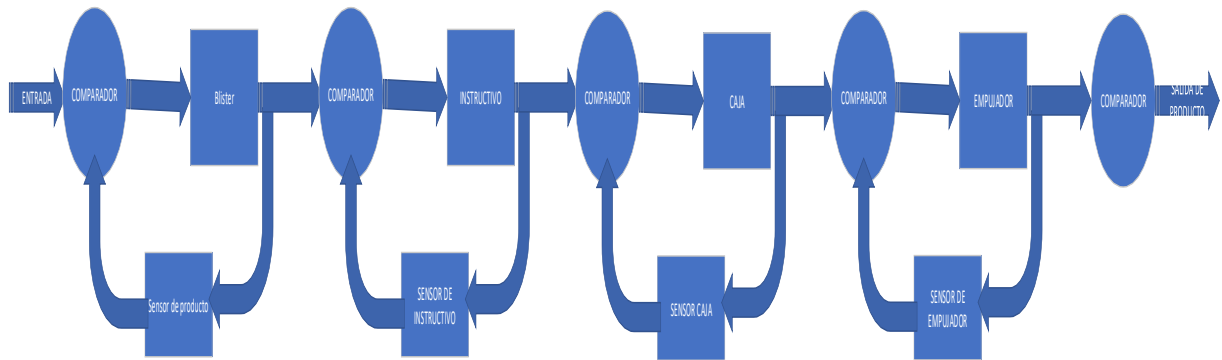


Figura 30 Diagrama de Bloque del proceso (El Autor 2019)

3.8 Diseño HMI

Para el correcto funcionamiento, o la correcta interpretación entre usuario y software, se debe establecer una comunicación HMI (Human Machine Interface), esto se lo realizara mediante la representación del proceso en una pantalla touch en la cual se mostrará diferentes sub pantallas de calibración y posibles alarmas para solventar los problemas de una manera más didáctica para los operadores, como se muestra en la Figura 31.



Figura 31 Diseño HMI (El Autor 2019)

3.9 Diseño de Programación

Son las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento de los diferentes procesos, teniendo en cuenta que existe diferentes variables en cada uno de ellos y que pueden generar una alarma y en algunos casos detener la máquina por completo como se muestra en la figura 32.

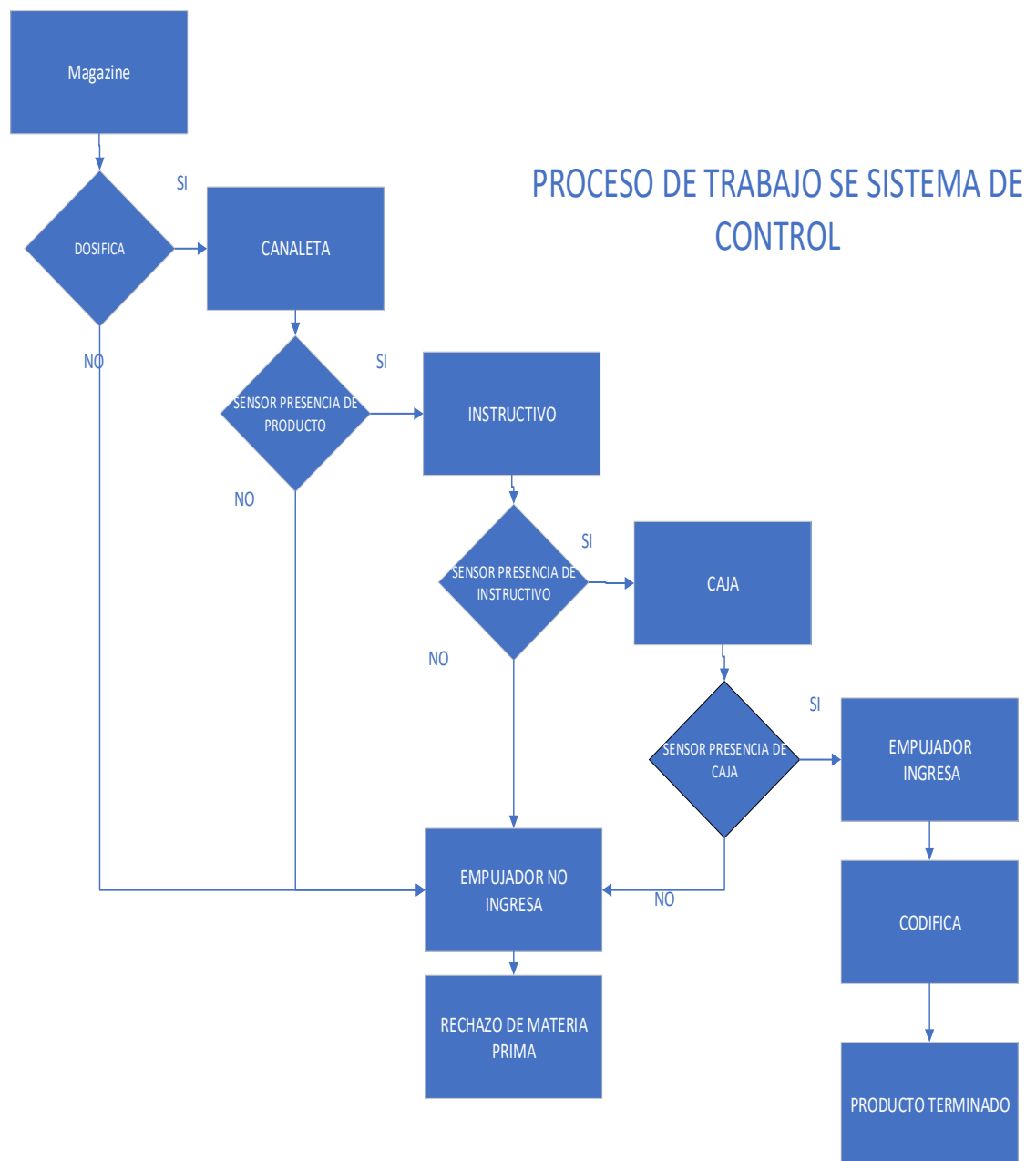


Figura 32 Esquema de Flujo de la Programación (El Autor 2019)

El lenguaje de programación que se utilizara en el PLC marca VIPA es LADDER como se muestra en la Figura 33, ya que se cuenta con las variables del proceso y se puede colocar etiquetas sobre cada una de las variables a controlar.

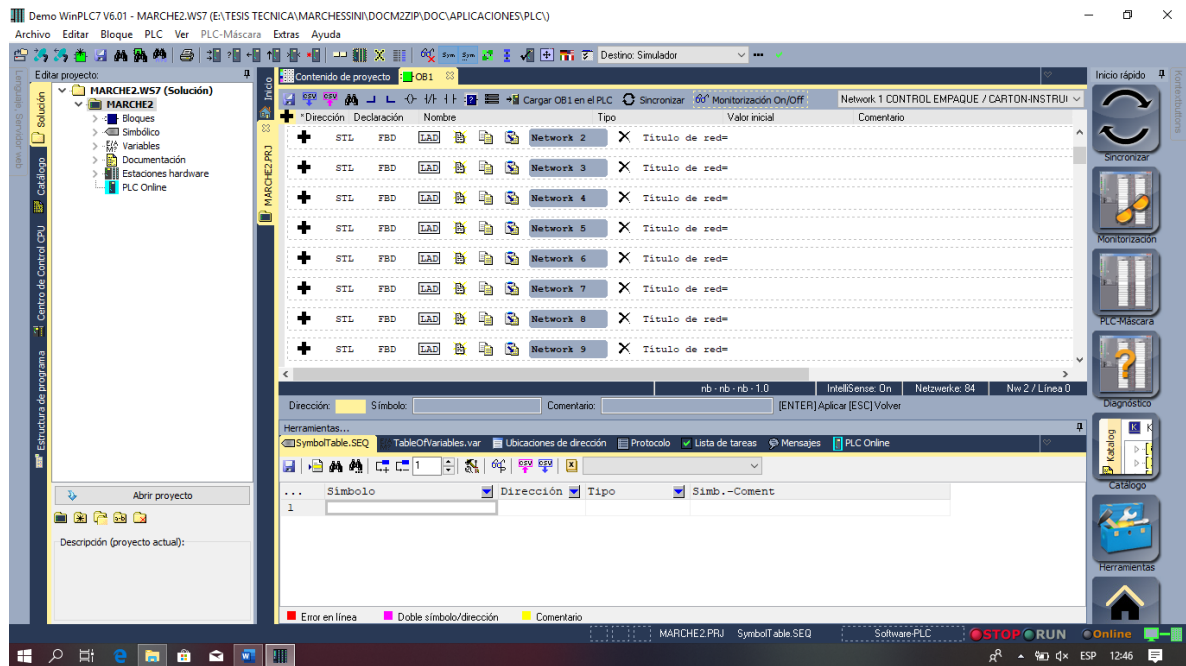


Figura 33 Lenguaje de programación LADDER (El Autor 2019)

CAPÍTULO 4.

IMPLEMENTACION.

4.1 Implementación Interfaz HMI.

En la implementación del nuevo sistema automático de control requiere que se ejecute en cinco partes, la dosificación del blíster, doblado de instructivo, dosificación de estuche, inserción de instructivo más blíster dentro del estuche, verificación de producto bueno o malo.

Para el desarrollo de la interfaz de la pantalla se utilizará el software Movicon 11.6 para visualización, monitoreo, ya que ofrece muchas soluciones en todo tipo de empresas, y es compatible con todo tipo de PLC, como se aprecia en la Figura 34.



Figura 34 Software Movicom. (El Autor 2019)

Se utilizará una pantalla de 14 pulgadas donde se aprecie las diferentes opciones que pueda acceder el señor operador, como por ejemplo variar la velocidad de producción de la máquina, visualizar las alarmas generadas en tiempo real, habilitar o deshabilitar el arranque manual del

proceso, trabajar solo con instructivos o solo estuches para el inicio del proceso, como se aprecia en la Figura 35.

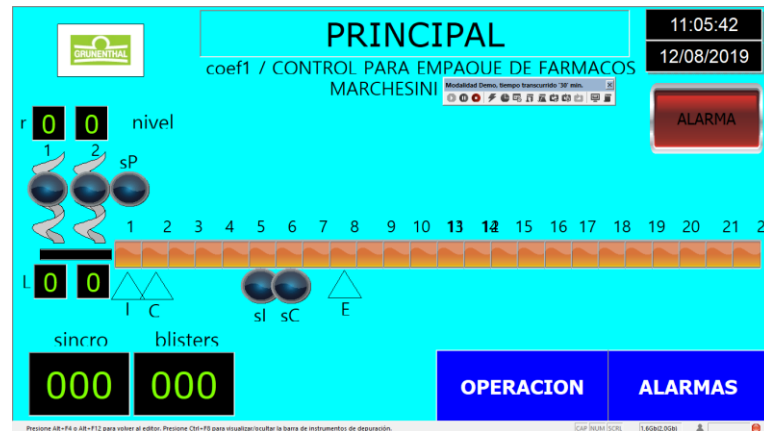


Figura 35 Interfaz de Comunicación (El Autor 2019)

En la pantalla de operación, se tiene acceso a habilitar cartón, instructivo, forzar blíster, cartón manual, modificar la velocidad, cantidad de blíster, acceder a la pantalla de motores y realizar un test de funcionamiento de leds de alarmas como se aprecia en la Figura 36.



Figura 36 Pantalla de Operación (El Autor 2019)

En la pantalla de motores se tiene acceso a controlar la velocidad de producción de la máquina de forma manual, a través de la activación del pulso externo, también se tiene acceso a controlar los ocho motores para la calibración de formato como se aprecia en la Figura 37.

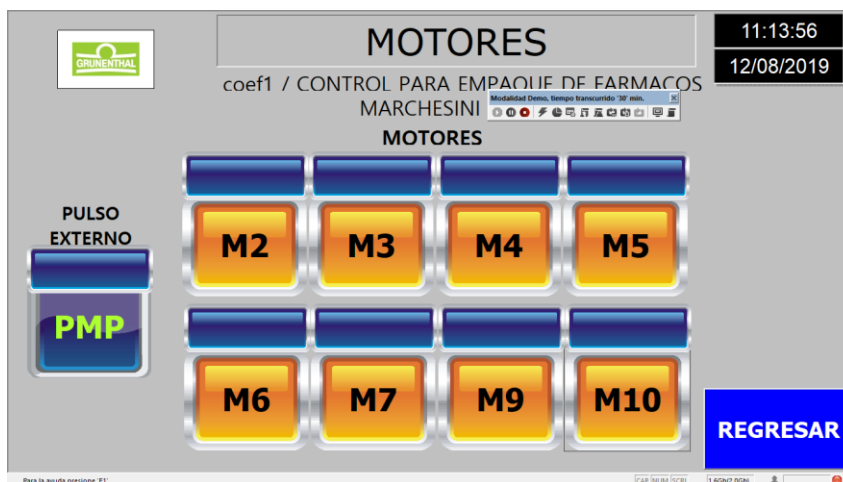


Figura 37 Pantalla de Motores (El Autor 2019)

En la pantalla de configuraciones, se tiene acceso a la calibración de cantidad de dosificación de blíster, este proceso está diseñado para ser controlado por tiempo, como se aprecia en la Figura 38.



Figura 38 Pantalla de Configuraciones. (El Autor 2019)

La calibración de la velocidad se la realiza en la pantalla de operación como se aprecia en la Figura 39, se debe recalcar que se tiene un máximo de 80 y un mínimo de 20 cajas por minuto, con el fin de estandarizar la velocidad de producción por presentación.



Figura 39 Pantalla de Variación de Velocidad (El Autor 2019)

Se cuenta con una pantalla de alarmas donde se muestra las posibles fallas, que cuenta el proceso en caso de que la máquina no funcione, como se aprecia en la Figura 40.



Figura 40 Pantalla de Alarmas (El Autor 2019)

En la arquitectura del PLC se utilizará el software WinPLC7 V6 (Figura 41) y su programación se realizará en el lenguaje LADDER, que es el más utilizados por los usuarios de programación de sistemas autómatas, se denomina con el nombre de escalera ya que tiene mucha semejanza a una escalera normal

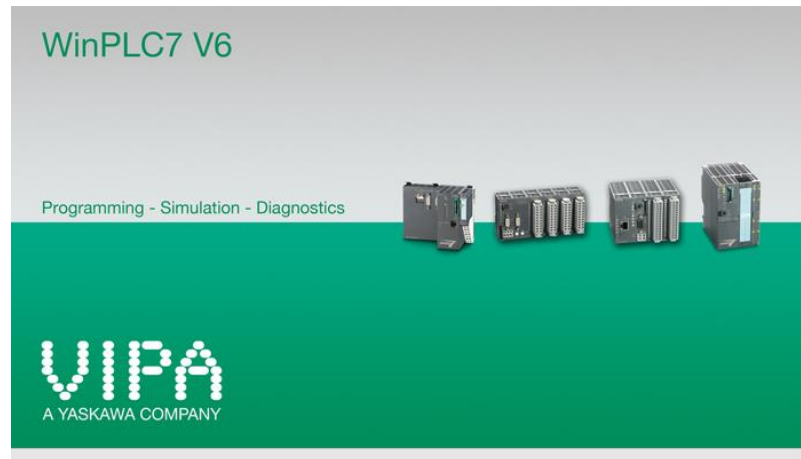


Figura 41 Software Vipa (El Autor 2019)

Para la programación de en el PLC, se validó la conexión de los sensores con su respectiva entrada, para colocar etiquetas en el software y realizar de mejor manera la programación como se aprecia en la Figura 42.

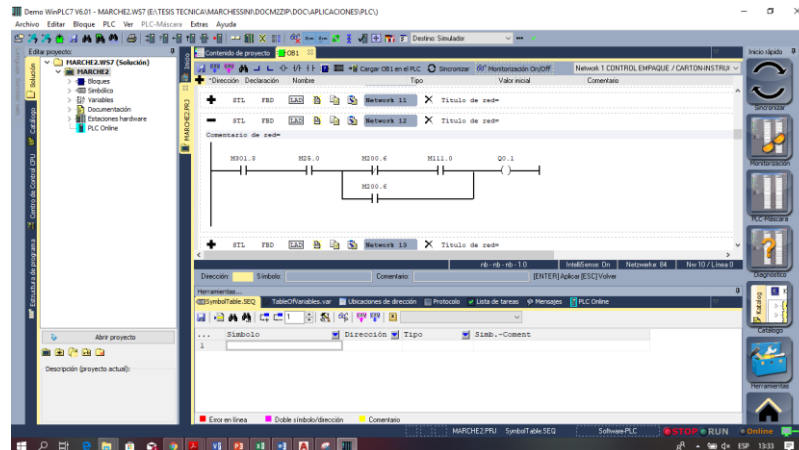


Figura 42 Pantalla de Programación (El Autor 2019)

4.2 Armado tablero de control

El PLC a utilizar es de marca Vipa CPU 313SC, adicional se colocará, un módulo de entradas analógicas A16, un módulo digital DI16X, un módulo digital DI32x y un módulo de salidas

DO32x con el fin de conectar los diferentes sensores de protección y las salidas de los diferentes sub procesos como se aprecia en la Figura 43.



Figura 43 PLC Marca Vipa (El Autor 2019)

En la construcción del tablero eléctrico se utilizó canaletas ranuradas 40X40, riel din, borneras de paso para cable #18 y # 12, relés de estado sólido y mecánicos, variador de velocidad, PLC de marca Vipa, fuente de 24VDC, fusibles, como se aprecia en la Figura 44.

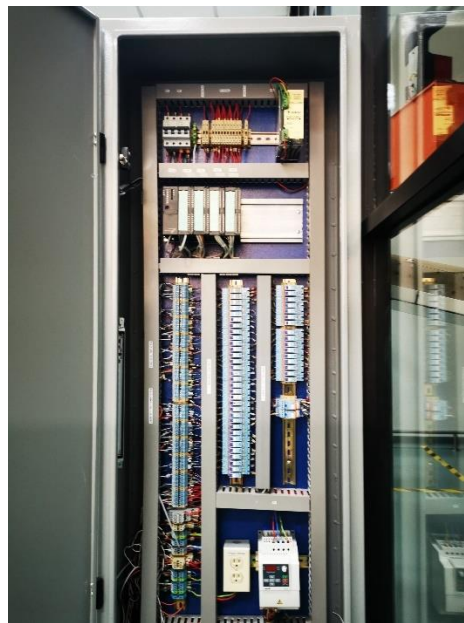


Figura 44 Tablero Eléctrico (El Autor 2019)

Con el tablero eléctrico instalado y el programa elaborado, se procede con la desconexión del sistema obsoleto de tarjetas electrónicas, homologando las señales que se utilizaran y se colocaran en borneras de paso bien etiquetadas para luego ser conectadas hacia el tablero principal como se aprecia en la figura 45.

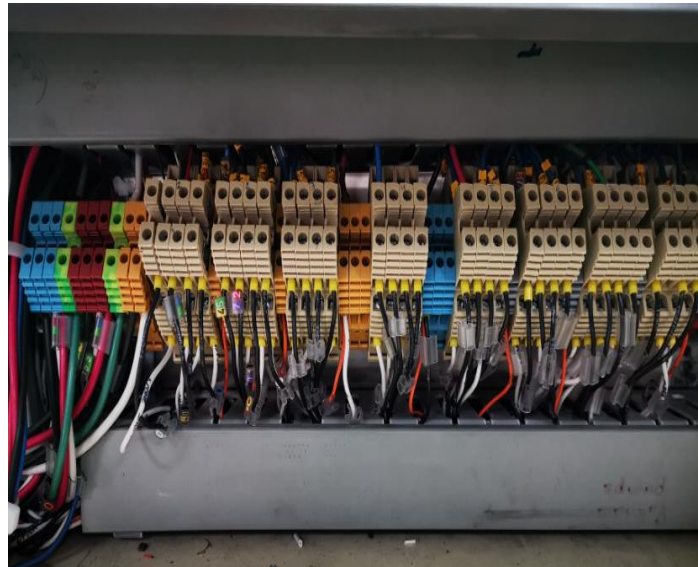


Figura 45 Tablero Eléctrico Secundario. (El Autor 2019)

Con la ayuda del personal técnico de mantenimiento se identifica y se desconecta las señales que están acopladas al antiguo cerebro, se desmonta por completo los elementos inservibles, para generar un lugar donde se colocarán las borneras de conexiones entre sensores y el nuevo tablero eléctrico

4.3 Armado de hardware del sistema

Se reemplaza el motor antiguo con freno y embrague por un motor jaula de ardilla de 5 hp que será comandado por el variador de velocidad y a sus veces por la entrada digital del PLC y por la interfaz en la pantalla de usuario como se aprecia en la figura 46.



Figura 46 Motor de Transmisión de Movimiento (El Autor 2019)

4.4 Proceso Final

Con el tablero instalado y conectado con los tableros antiguos, se inicia con el proceso de verificación de entradas y salidas del PLC hacia los sensores y actuadores, con el fin de garantizar su correcta instalación como se aprecia en la Figura 47.



Figura 47 Tablero de paso (El Autor 2019)

4.5 Pruebas de Funcionamiento.

Las pruebas de funcionamiento se realizaron en presencia del personal operativo y con una descripción de las diferentes variables y acción como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1 Variables del proceso de Empaque

Tabla de Variables					
Blíster	Instructivo	Caja	Empujador	Producto Aceptado	Producto Rechazado
si	no	no	no	no	si
si	si	no	no	no	si
si	si	si	si	si	no
no	no	no	no	no	si
no	si	no	no	no	si
no	no	si	no	no	si

(El Autor 2019)

La prueba de funcionamiento en el proceso de dosificado de blíster se lo realizo modificando el parámetro de tiempo que se encuentra calibrado en microsegundos, como se muestra en la figura, este procedimiento de seteo de realizo para presentaciones por uno, dos tres, cuatro, cinco y seis blísteres como se aprecia en la Figura 48.



Figura 48 Pantalla de calibración de blíster (El Autor 2019)

La velocidad productiva de la máquina se la puede cambiar desde la pantalla, mediante el ingreso cantidades numéricas de 10 en 10, cabe indicar que la velocidad productiva depende de

la presentación a la cual se va a trabajar como se aprecia en la figura 49.



Figura 49 Presentación por 10 Apronax (El Autor 2019)

El Sistema de doblado de Instructivo se colocó un sensor inductivo m12 rasante que garantice que exista blíster dentro de la canaleta y solo en ese momento envíe una señal al sistema para activar la electroválvula de vacío y empiece con el doblado del instructivo caso contrario no se activará, para evitar el desperdicio de materiales, también se diseñó una pantalla donde se pueda trabajar tanto en automático como en manual como se aprecia en la figura 50.

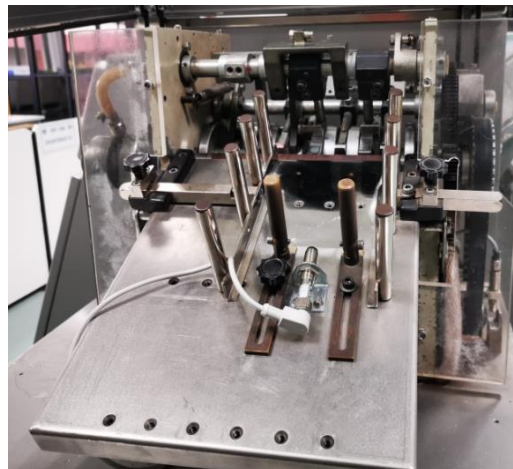


Figura 50 Sensor de detección presencia de instructivo (El Autor 2019)

En el formado de Estuches se utiliza un sensor capacitivo m12 rasante, que envía una señal ala PLC, el cual toma la decisión de habilitar la electroválvula, cumpliendo las condiciones para el cual fue programado como se aprecia en la Figura 51.



Figura 51 Sensor de detección presencia de Caja (El Autor 2019)

En la pantalla de operación se puede activar a desactivar la señal del cartón con el fin de trabajar en un proceso continuo, como en un proceso de calibración de formato como se puede apreciar en la Figura 52.



Figura 52 Pantalla Habilitar Estuches. (El Autor 2019)

La entrada del empujador con el instructivo y blíster hacia el estuche, se la valida con un sensor inductivo m12 rasante y va conectado a una entrada al PLC, el cual garantiza que no exista choque por sincronización de la maquina como se aprecia en la Figura 53.



Figura 53 sensor de sincronización de la máquina (El Autor 2019)

El entrenamiento a operadores de la máquina encartonadora sobre el funcionamiento de cada botón que se encuentra en la pantalla touch, y al personal técnico sobre el mantenimiento preventivo y de cómo se encuentra estructurado el nuevo tablero eléctrico y la programación, como se aprecia en la Figura 54.



Figura 54 Capacitación del Personal (El Autor 2019)

4.6 Pruebas de Fallas

Una vez realizado las pruebas de funcionamiento, se procede con la verificación de las alarmas visuales, su acción al momento de presentarse y la validación de su correcto funcionamiento, con el fin de garantizar la integridad de los señores operadores como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2 Fallas visuales en la pantalla

Posibles Fallas de la Encartonadora		
Descripción	Alarma	Acción
Volante afuera	Visual	Detiene la máquina
Falta de aire	Visual	Detiene la máquina
Exceso de Blíster	Visual	Detiene la máquina
Empujador Descarrilado	Visual	Detiene la máquina
Falta de cajas	Visual	Detiene la máquina
Falta Instructivos	Visual	Detiene la máquina
Falta de Blíster	Visual	No dosifica Máquina Funciona
Protecciones de seguridad Abiertas	Visual	Detiene la máquina

(El Autor 2019)

4.7 Análisis de resultados

En la actualidad la competitividad no se puede medir tan solo con hacerlo primero y en mayores cantidades, si no hacerlo en el menor tiempo y con la mayor calidad posibles sin generar reprocesos o desperdicio de materiales.

El sistema actual cuenta con protecciones en sus procesos secundarios, alarmas visuales, estandarización de su velocidad productiva, mejora en la optimización de recursos primarios,

aumento de la confiabilidad del equipo, mejora de la seguridad industrial hacia el personal operativo, adicionalmente se retoma las condiciones iniciales del proceso productivo (dos operadores), se disminuye el costo del producto y se aumenta las ganancias hacia la empresa, a continuación se muestra en la Figura 55 como ha sido el comportamiento de la máquina después de la automatización.

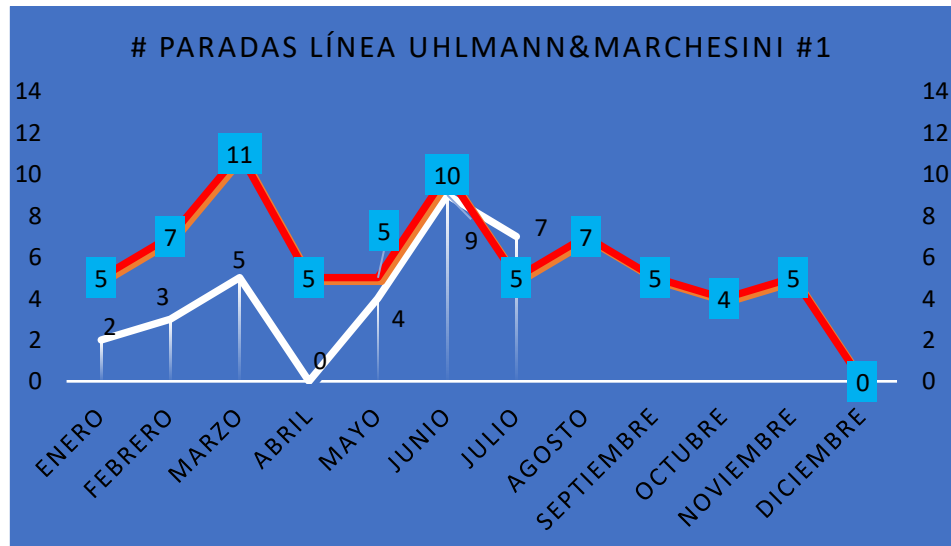


Figura 55 Número de paras de máquina en comparación 2018 (El Autor 2019)

CONCLUSIONES

- Para establecer los procesos del sistema empaquetado se trabajó de manera manual con los señores operadores, para poder establecer los diferentes sistemas, y no detener el proceso productivo y no generar costos adicionales por tiempos muertos de la máquina.
- El tablero de control antiguo cambio en un 90% por lo cual se construyó un tablero adicional, donde se alojarán los nuevos elementos eléctricos como son PLC, fuentes de energía, borneras, contactores, variador de velocidad etc.
- Con la implementación del nuevo sistema de control y la ayuda de los nuevos sensores instalados en la encartonadora, se minimiza el riesgo de fallas mecánicas, disminuye el desperdicio de materiales, reducción de reprocesos, aumenta la confiabilidad de la máquina, la reducción de paradas de máquinas fue del 80%.
- Con las pruebas de funcionamiento, se observó que al generar una falla está se muestra en la pantalla de control, siendo de gran ayuda para el operador como para el departamento de mantenimiento, reduciendo así el tiempo medio de reparación.
- Con la sincronización de la máquina se redujo el desperdicio de material, el costo por daños de maquina se redujo en un 75% en comparación al anterior año teniendo un costo de \$2500.
- Como el proceso de automatización fue adecuado, se replicó el mismo sistema en la máquina gemela que se encuentra en la misma área productiva.

RECOMENDACIONES

- Al contar con dos sistemas idénticos se sugiere instalar un sistema Scada, para la verificación del proceso en tiempo real y toma de decisiones de planificación de operación en lo que se refiere a la productividad de la maquina (un, dos, tres turnos)
- Al concluir con el proceso del control y monitorea se sugiere ejecutar una simulación del funcionamiento óptimo de las protecciones instaladas con el fin de precautelar a la integridad del operador y minimizar los riesgos de choques de máquina.
- La calibración de tiempos en el proceso de dosificado de blíster se la debe ejecutar dependiendo de la vida útil de la banda de transmisión de movimiento, ya que al empezar a envejecer la banda ya no genera la misma fuerza de transmisión lo que genera una descalibración de dosificado.
- Generar una inducción al personal operativo y técnico sobre el funcionamiento de la interfaz HMI, para garantizar que puedan solventar pequeños errores que se presenten en el día a día ya que las fallas se muestran en la pantalla que es bastante amigable con el personal que la operen.
- Se debe generar el diseño de nuevos planos eléctricos actuales con las nuevas modificaciones y actualizaciones y datos de programación, con el fin de ser la base para nuevas oportunidades de mejora en el sistema eléctrico.
- Se recomienda instalar una acometida ups dedicada para el sistema de control del PLC que minimice el riesgo de daños en los elementos electrónicos como son la fuente de poder, el CPU los módulos de comunicación, la pantalla touch etc.

- Se recomienda acoplar un procedimiento de cambio de formato con las nuevas especificaciones del sistema de control, cumpliendo las normativas internas de la planta productiva (SOP)

REFERENCIAS

- A Shor, C.-C. K. (1992). *Detection of chlamydia pneumonime in coronary arterial fatty streaks and atheromatous plaques.*
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación.* Mc Graw Hill/ Interamericana Editores, S.A. DE. C.V.
- Socconini, L. (2010). *Lean Six Sigma Yellow Belt.* Marge Books.
- Arrellano Beltrán, J. C. (2011). *Automatización de maquina cortadora de latón para forja utilizando un PLC para la fábrica ESACONTROL.* 113.
- Bolton, W. (2006). *Programmable Logic Controllers Fourth Edition.* Retrieved from <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>
- Bustos, D. (2017). *Propuesta de un sistema de Control y Automatización con Administarción Remota a través de un Smartphone Android* (UNAM Nicaragua). Retrieved from repositorio.unan.edu.ni/8246/1/97476.pdf
- Celera. (n.d.). <https://www.celeramotion.com/zettlex/es/asistencia/documentacion-tecnica/sensores-inductivos-funcionan/>.
- González Filgueira, G., Gonzalez Filgueira, G., Feal, C. A. V., Couce, L. C., Fraguela, J. A., García, J. D. R., ... Rodriguez García, J. de D. (2008). Sistema de Automatización de una Planta Industrial de Elaboración y Embotellado de algunos Productos Líquidos. *Proceedings of the SAAEI '08: XV Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación*, 1–6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2879.4322>
- Mecafenix, I. (n.d.). <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/lenguajes-programacion-plc/>.
- Millar Kliomar Escalona Hernández. (2017). *Teoría Clásica de Control Automático y Aplicaciones en Ingeniería* (Primera Ed; E. J. del Ecuador, Ed.).
- Morales, Z. (n.d.). *Diseño e Implementacion de un sistema Automatizado de Dosificación por peso de Agua y Aceite para la Wlaboración de salsas pea empresas Marceal.*
- Moreno López, M. (2007). *Desarrollo y automatización de un área esteril para laboratorio farmacéutico* (Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado). Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2371>

Savant C.J. (n.d.). (*Savant - Roder - Carpenter*) - *Diseño electrónico.pdf*.

Villacres, C. (2001). *Diseño e Implementación del Control de dos hornos Industriales Utilizados en el Procesamiento de Planchas Acrílicas Para la Empresa Acrilux*.

Retrieved from

[https://books.google.com.ec/books?id=yIAzAQAAMAAJ&pg=PA130&dq=enzima+papina&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjQ-](https://books.google.com.ec/books?id=yIAzAQAAMAAJ&pg=PA130&dq=enzima+papina&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjQ-MbzjvfPAhVC7iYKH YM7A30Q6AEIQT AH#v=onepage&q=enzima papina&f=false)

[MbzjvfPAhVC7iYKH YM7A30Q6AEIQT AH#v=onepage&q=enzima papina&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=yIAzAQAAMAAJ&pg=PA130&dq=enzima+papina&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjQ-MbzjvfPAhVC7iYKH YM7A30Q6AEIQT AH#v=onepage&q=enzima papina&f=false)

Zuend. (n.d.). VARIADOR DE FRECUENCIA TRIFÁSICO POWTECH 2,2 KW/ 3 CV.

Retrieved from <https://www.zuendo.com/trifasico-380v/143-variador-de-frecuencia-trifasico-powtech-22-kw-3-cv.html>

ANEXO A

DIGITAL INPUTS						
item	CPU 313SC					
		DESCRIPTION	TAG	WIRE	WIRE BLOC K	PLC PANEL / REG3
1	I2.0	COUNTING P.C.ZERO	16B2 0	315	W1-3	1
2	I2.1	COUNTING P.C. CLOCK	16B2 CK	316	W1-4	2
3	I2.2	RESET / encendido	11S10	317	W1-5	3
4	I2.3	PRODUCT P.C.	16B8	318	W1-6	4
5	I2.4	CARTON	16B9	319	W1-7	5
6	I2.5	INSTRUCTIVO	16B10	320 / 1416	W1-8	6
7	I2.6					7
8	I2.7	PRODUCT IN	16B13	323	W1-10	8
						9
9	I0.0	CODE READER		412	W1-11	10
10	I0.1	EJ SUPERVISION	17B7 17B7.1	417	W1-12	11
11	I0.2					12
12	I0.3	LETUS OK	L3	r11+, r14	W1-14	13
13	I0.4	HANDWHEEL SAFETY	8B5	15	W1-15	14
14	I0.5	SAFETY FOR GUK	8B6	16	W1-16	15
15	I0.6	PUSHERS SAFETY	8B8	17	W1-17	16
16	I0.7	COUNTER PUSHER SAFETY	8B9	18	W1-18	17
						18
17	I1.0	SD1 OK		3C+, 3A	W2-1	19
18	I1.1	PROTECT GUARD SAFETY	9S2/9S2.1/9S4/9S4.1/9S4.2/9S4.3	36, 30	W2-2	20
19	I1.2	EMERGENCY STOP	9S6/9S6.1/9S6.2 // 9K6M	30+, 11	W2-3	21
20	I1.3	BILSTER MAX LOAD	9S10	23	W2-4	22
21	I1.4	PRESSURE SWITCH	11B4	52	W2-5	23
22	I1.5	PROTECT GUARDS OVERRIDE	9S5	30	W2-6	24
23	I1.6	STOP / apagado	11S10.1	41+, 40	W2-7	25
24	I1.7	TERMICO MOTOR MACHINA	1Q4F	40+, 40s	W2-8	26
						27
	321-1BL00 / 32 Din module					
25	I3.0	SINCRO DOSIF / DISCH PH CELL PHASE	38B5	1315	W3-3	28
26	I3.1	RUEDA LEVA DOSIF IZQ / COUNTING P. CELL 3	38B6	1316	W3-4	29
27	I3.2	RUEDA LEVA DOSIF DER / COUNTING P. CELL 1	38B7	1317	W3-5	30
28	I3.3	BANDA ALTA	38B13	1323	W3-6	31
29	I3.4	BANDA BAJA	39B2	1412	W3-7	32
30	I3.5	NIVEL INFERIOR	39B5	1415	W3-8	33
31	I3.6	CARGA MIN IZQ // 38S8	39B6	1416	W3-9	34
32	I3.7	CARGA MIN DER // 38S8	39B7	1417	W3-10	35
						36

33	I4.0	NIVEL SUP	39B13	1423	W3-11	37
34	I4.1	PROTECT GUARD MAGAZINE	33b1 // 33S2	37	W3-12	38
35	I4.2	POCKET SAFETY	33B5	1100	W3-13	39
36	I4.3	BLISTER MAX LEVEL	33B10	1103	W3-14	40
37	I4.4	Reserve				41
38	I4.5	Reserve				42

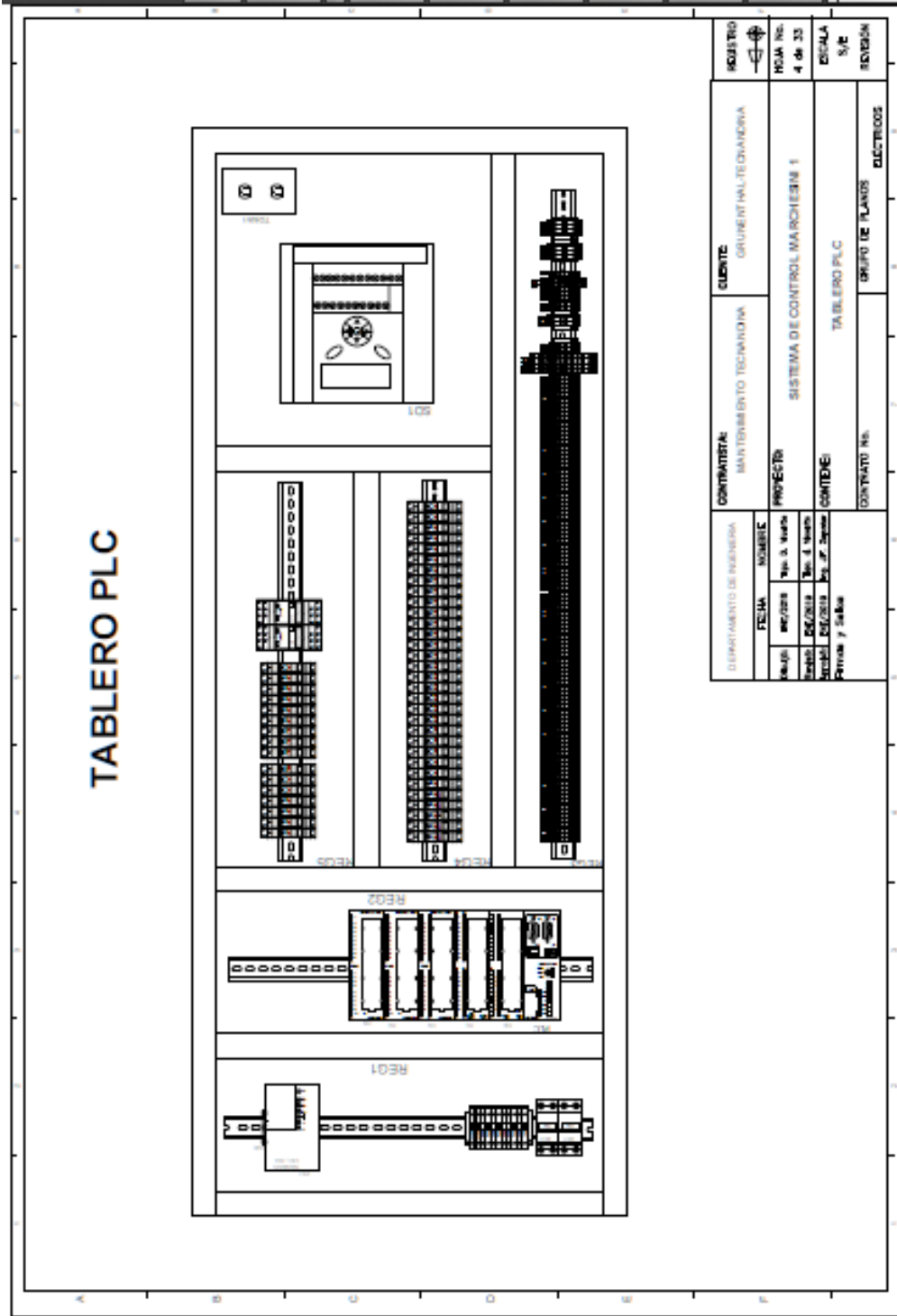
39	I4.6	JOG	d1		x	43
40	I4.7	Ack		800	W2-14	44
						45
41	I5.0					46
42	I5.1					47
43	I5.2					48
44	I5.3					49
45	I5.4					50
46	I5.5					51
47	I5.6					52
48	I5.7					53
						54
49	I6.0					55
50	I6.1					56
51	I6.2					57
52	I6.3					58
53	I6.4					59
54	I6.5					60
55	I6.6					61
56	I6.7					62
						63
	OTROS					
			fase R PANEL S	220R	W6- negro	130
			fase S	0R	W6- verde	131
			GND			132
			+ letus		W2-13	140
			+ touch		W2-15	133
			- touch			134
		UP MOTOR / JOG	A		W2-16	135
		DOWN MOTOR	B		W2-17	136
		COMUN UP/DOWN	C		W2-18	137
			+24Vdc PANEL S	3 , 1	W1-1	138H
			-	2	W1-2	138L
			+24Vdc PANEL I	1003, 1	W3-1	139H
			-	2	W3-2	139L
		LEAFLET CONTROL EXCL.	16S11	321	HMI	
		MANUAL CARTON	17S8	418	HMI	
	DIGITAL OUTPUTS					
item	CPU 313SC					
1	Q0.0	CARTON / CARTON EV	16Y2	301	W2-9	64
2	Q0.1	INSTRUCTIVO / LEAFLET EV	16Y11	310	W2-10	65

3	Q0.2	EMPUJADOR PUSHER BLOCK EV	17Y2	401	W2-11	66
4	Q0.3	SOL3 / DOSIF IZQ	38Y2	1331	W3-15	67
5	Q0.4	SOL1 / DOSIF DER	38Y11	1340	W3-16	68
6	Q0.5	MACHINE MOTOR CONTACTOR	9K6M	11	W2-12	69
7	Q0.6	RUN SD1 // 11K10M		P1	W5-14	70
8	Q0.7	Reserve				71
						72
9	Q1.0	Reserve				73
10	Q1.1	TUCK CLOSER SAF LED // RUN		72	W5-1	74
11	Q1.2	HANDWHEEL SAF LED		73	W5-2	75
12	Q1.3	MACHINE PUSHER LED		70	W5-3	76
13	Q1.4	UNIT SAFETY LED		24	W5-4	77
14	Q1.5	NO EJECTION LED // MODO PULSO		307	W5-5	78
15	Q1.6	CARTON MIN LOAD LED		76	W5-6	79
16	Q1.7	PROTECT GUARD LED		77	W5-7	80
						81
	322-1BL00 / 16 Dout module					
17	Q2.0	NO CARTON PRESENCE LED		302	W5-8	82
18	Q2.1	NO PRODUCT PRESENCE LED		304	W5-9	83
19	Q2.2	NO LEAFLET PRESENCE LED		303	W5-10	84
20	Q2.3	ERECTION DRIM ERROR LED		305	W5-11	85
21	Q2.4	TRANSFER BAR ERROR LED		306	W5-12	86

22	Q2.5	TEST LEDS		309	W5-13	87
23	Q2.6	LEAFLET EXCL. LED		79, 321	W1-9	88
24	Q2.7	reserve				89
						90
25	Q3.0	reserve				91
26	Q3.1	reserve				92
27	Q3.2	reserve				93
28	Q3.3	reserve				94
29	Q3.4	reserve				95
30	Q3.5	reserve				96
31	Q3.6	reserve				97
32	Q3.7	reserve				98
						99
	322-1BL00 / 16 Dout module					
33	Q4.0	reserve				100
34	Q4.1	reserve				101
35	Q4.2	reserve				102
36	Q4.3	reserve				103
37	Q4.4	reserve				104
38	Q4.5	reserve				105
39	Q4.6	reserve				106
40	Q4.7	MOV2		301	W4-2	107
						108
41	Q5.0	MOV3		304	W4-3	109
42	Q5.1	MOV4		302	W4-4	110
43	Q5.2	MOV5		303	W4-5	111

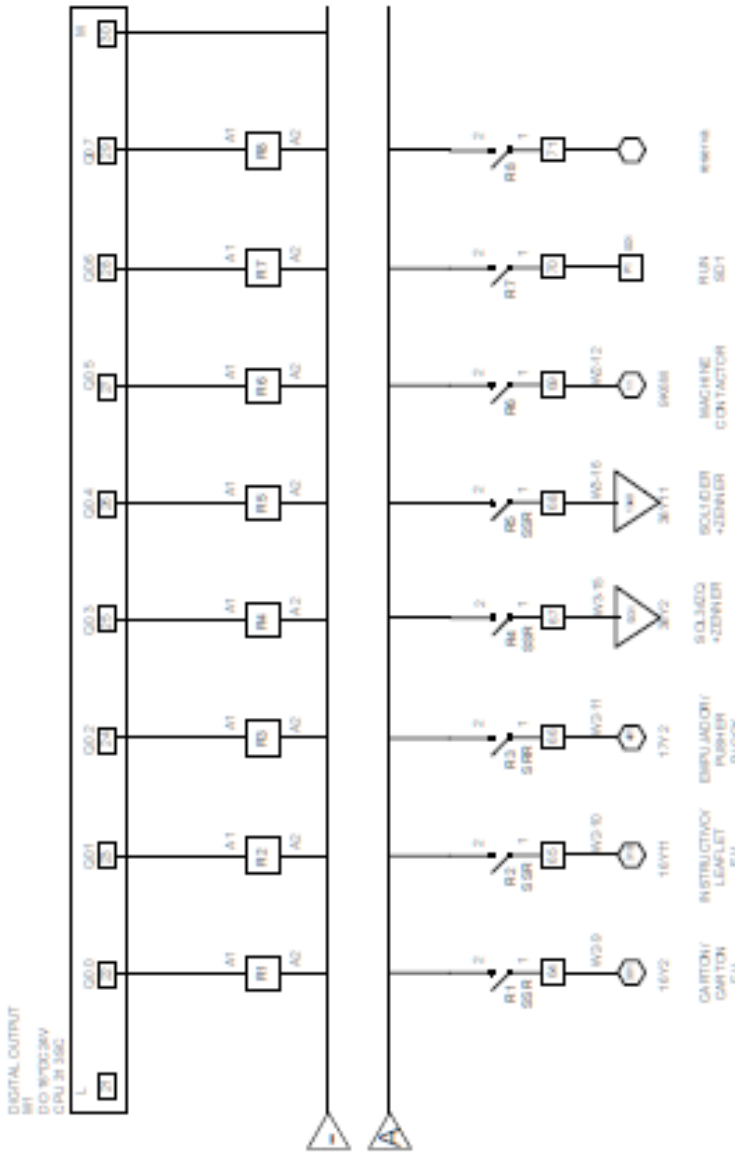
44	Q5.3	MOV6		308	W4-6	112
45	Q5.4	MOV7		309	W4-7	113
46	Q5.5	MOV8		305	W4-8	114
47	Q5.6	MOV9		306	W4-9	115
48	Q5.7	MOV10		307	W4-10	116
			- motores MOV	300	W4-1	117
ANALOG INPUTS						
item	CPU 313SC					
1	PIW752	reserve				
2	PIW754	reserve				
3	PIW756	reserve				
4	PIW758	reserve				
5	PIW760	RTD / reserve				
ANALOG OUTPUTS						
item	CPU 313SC					
1	PQW752	SET POINT VELOCIDAD MACHINE	MW14 x92 // caj/min //	V1		122H,122 L
2	PQW754	reserve				
INSTRUMENTOS NO EXISTENTES						
		EXPULSAR CARTON EV	16Y12	311		
		TORQUE LIMITER LED	21H11	20		
			18S5	207		

ANEXO B



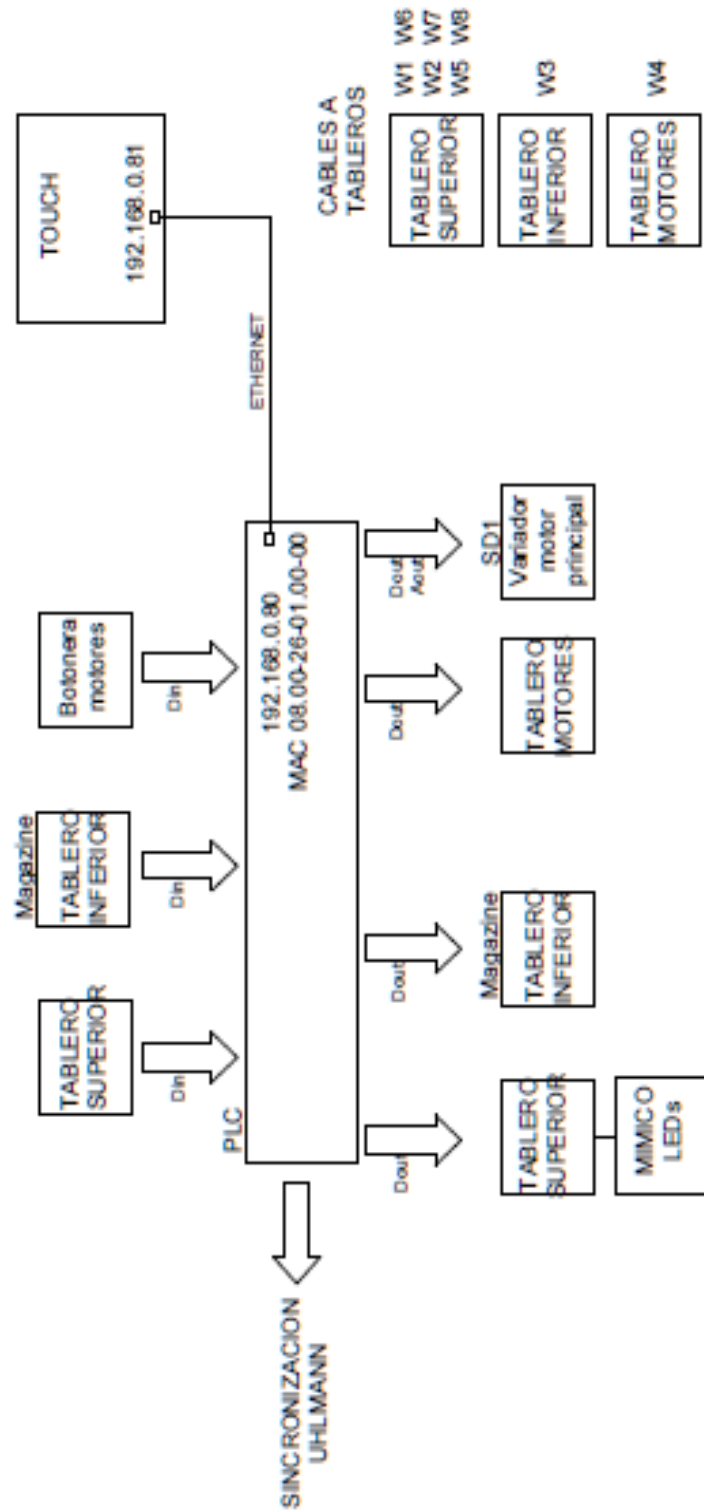
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA		CONTRATISTA:	CLIENTE:	BOLETIN
FECHA		MANTENIMIENTO TECNICO	ORIENTAL TECNOLOGIA	N°
Mes/año	No. 03, marzo	PROYECTO	SISTEMA DE CONTROL MARCHESIM I	H.C.A. No.
Dia/mes/año	No. 03, marzo	CONTENIDO	TABLERO PLC	4 de 33
Aprobado	No. 03, marzo	CONTRATO No.	GRUPO DE PLANOS	REVISION
Firma y Sello	No. 03, marzo	ELECTRICOS	TABLERO PLC	S/C
				REVISION

CONEXIONES SALIDAS DIGITALES M1 BLOQUE Q0



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA		CLIENTE		INDUSTRIO	
FECHA		DEPARTAMENTO TECNICO		AREA DE DISEÑO	
NOMBRE		PROYECTO		NOVA No.	
DISEÑADO		SISTEMA DE CONTROL MAQUINARIA 1		24 de 33	
REVISADO		CONTIENE		ESCALA	
PÉREZ y SÁNCHEZ		CONEXIONES SALIDAS DIGITALES M1 BLOQUE Q0		5/2	
CONTRATO No.		GRUPO DE PLANOS		REVISIÓN	
		ELECTRICO			

ARQUITECTURA DE CONTROL



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA		CONTRATISTA:	CLIENTE:	REGISTRO
FECHA:		Administración Tecnológica	Aves de Empresas	HOJA No.
Grupo:	08/2018	PROYECTO:	SISTEMA DE CONTROL MARCHESIM 2	2 de 23
Estado:	DESCRIBI	CONTENIDO:	ARQUITECTURA DE CONTROL	ESCALA
Archivado:	DESCRIBI	CONTRATO No.	GRUPO DE PLANOS	S/E
Período:	7 de Julio		ELECTRICOS	REVISIÓN

ANEXO C

Topic	CPU 313C from Siemens	CPU 313-5BF13 from VIPA
Input filter adjustable	0.1 / 0.5 / 3 / 15ms	0.1 / 0.35ms
Number of fast I/Os	4	16
Redundancy outputs	0.4 to 1.7 parallel switchable	not parallel switchable
Process Interrupt Inputs	24	16
Process Interrupt Information OB 40 MDL_ADDR	separated process Interrupts for DI and technological functions	common process Interrupt for DI and technological functions
Process Interrupt Information OB 40 POINT_ADDR Local byte 8...11 for DI	8: reserved 9: I+2.0...I+2.7 10: I+1.0...I+1.7 11: I+0.0...I+0.7	8: DI (I+0.0...I+0.7) 9: DI (I+1.0...I+1.7) 10: Counter 11: Counter
Process Interrupt Information OB 40 POINT_ADDR Local byte 8...11 for technological functions	8: Counter 0, 1 9: Counter 2, 3 10: 11:	8: DI 9: DI 10: Counter 0, 1 11: Counter 2, 3
Process Interrupt overflow action	process Interrupt is stored at overflow, no diagnostics	a diagnostics Interrupt is released at process Interrupt overflow (parameterizable)
Outputs blocked if used in technological functions	direct I/O access is blocked if output is parameterized for technological functions	output may directly be switched if not deactivated by SFB 47 (CTRL_DO)
Controlling output used by technological functions	only by: SFB 47: CTRL_DO / SET_DO SFB 48: MAN_DO / SET_DO SFB 49: MAN_DO / SET_DO	fast controlling by direct I/O access
Peripheral address assignment without hardware configuration	0x07C: PECOUNT 4 PACOUNT 2 0x2F0: PECOUNT 16 PACOUNT 4 0x07C: PECOUNT 16 PACOUNT 16 L PEB 127 results 0 L PEB 762 - 767 results I/O access error	0x07C: PECOUNT 3 PACOUNT 2 0x2F0: PECOUNT 10 PACOUNT 4 0x07C: PECOUNT 16 PACOUNT 16
Performance data	reduced to OBs, SFBs and SFCs of the 31xC-series	extended OBs, SFBs and SFCs like Siemens 318-2DP and extensions from VIPA
Technological functions: Process Interrupt comparison value parameterization	is activated if "Hardware Interrupt on reaching comparator" is set in hardware configuration	is activated if "Hardware Interrupt on reaching comparator" is set and a comparison function is activated at "Characteristics of the output"
STS_OFLW / STS_UFLW	is set, if end value is reached respectively range over- or underflow	is only set at range over- respectively underflow
HW gate (STS_STRT / SFB 47)	status indication always takes place	status indication only takes place if activated in hardware configuration

continued ...

... continue

Topic	CPU 313C from Siemens	CPU 313-5BF13 from VIPA
STS_CMP (SFB 47)	is activated if "Hardware Interrupt on reaching comparator" is set in hardware configuration	is activated if "Hardware Interrupt on reaching comparator" is set and a comparison function is activated at "Characteristics of the output"
PIQ activation	onboard outputs are set immediately, external outputs are set to zero before.	onboard and external outputs are set immediately
SFB 47 latch value	latch value is initialized	current latch value is displayed
Pulse duration reaching a comparison value	set pulse duration is nearly kept	set pulse duration is extended by approx. 2%.
Interruptible OB 121/122	synchronous error OBs are not mutual interruptible	synchronous error OBs are mutual interruptible
Number of connections PG, OP, S7-basic communication	max. 8	max. 32
Memory expansion	no	expandable by MCC
Splitting user memory code/data	overall user memory for code and data blocks	50% of work memory may be used for code and 50% for data blocks
Ethernet onboard	no	yes (4 OP/PG connections)
K-Bus	yes	no
PtP	no	yes (by VIPA SFCs)
AWL (MC7) Code execution time	normal	up to 20 times faster
Process Interrupt reaction times digital I/O	normal	approx. 3 times faster
Breakpoints	2	3
250µs/500µs watchdog Interrupt µs timer	no	yes
De-normalized floating-point number	no	yes (by VIPA-SFCs)
400er/318er operation set incl. Akku3/Akku4	no	yes (like Siemens CPU 318-2DP)
Number counter/timer	256	512
without MMC/MCC runnable	no	yes
max. block size (FCs, DBs)	16kbyte	64kbyte
number of flags	256byte	8192byte
Number of data blocks (and highest number!)	511	2047
Copy protected FCs	no	yes