



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA**

TEMA:

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS DE
ACEITE DE AGUACATE**

AUTOR: ALEX JAHIR CAMPOVERDE REVILLA

DIRECTOR: ING. COSME DAMIÁN MEJÍA ECHEVERRÍA, MSc.

Ibarra, 2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
Cédula De Identidad	100402940-9		
Apellidos Y Nombres	Campoverde Revilla Alex Jahir		
Dirección	Tabacundo, Panamericana norte km 42 y calle Quito,		
Email	ajcampoverder@utn.edu.ec		
Teléfono Fijo	022366672	TELÉFONO MÓVIL	0996404994
Datos De La Obra			
Título	Automatización de una máquina etiquetadora de botellas de aceite de aguacate		
Autor	Alex Jahir Campoverde Revilla		
Fecha	07/07/2020		
Programa	Pregrado		
Título Por El Que Opta	Ingeniería en Mecatrónica		
DIRECTOR	Ing. Cosme Mejía, MSc.		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra a los 7 Días del mes julio de 2020.

Firma:

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Alex Jahir Campoverde Revilla', is written over a horizontal line.

Alex Jahir Campoverde Revilla

100402940-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director del presente trabajo de titulación denominado: **AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS DE ACEITE DE AGUACATE**. Ha sido desarrollado por el Sr. Alex Jahir Campoverde Revilla para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que el mencionado proyecto fue realizado bajo mi dirección

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Cosme Mejía", is written over a horizontal line.

Ing. Cosme Mejía MSc.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, Isabel Revilla, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, todas las acciones buenas que he realizado son un reflejo de su amor, apoyo y dedicación.

A mi padre, Bayardo Campoverde, hubo veces que quise desistir, pero recordaba su frase “Mijo estudie, estudie y estudie”, me llenaba de las fuerzas y motivación necesarias para continuar.

A mi hermano, Janner Campoverde, por ser mi pilar y mi ejemplo de superación a lo largo de mi vida, por todos sus consejos y sobre todo las habladas, que, aunque fuertes hoy me tienen aquí siguiendo su ejemplo y con ganas de llegar más lejos.

A mi hermana, Dayana Campoverde, por ser mi amiga incondicional desde que tengo uso de memoria, por su apoyo y confianza.

Todo éxito que he llegado y que llegaré a alcanzar deberían llevar su nombre y no el mío. Los amo mucho.

A Alejandra, por estar ahí para mí, ser mi compañía y ayudarme a crecer, sin su ayuda estuviese aún procrastinando de manera excesiva.

También a mis amigos y compañeros de carrera, por todo el tiempo compartido, las pocas chumas, los innumerables momentos de risa y las largas tardes armando *circuitos*; los recuerdos de la etapa de mi vida llamada *universidad* serán muy amenos y regocijantes gracias a ustedes.

DEDICATORIA

Dedico este logro en primer lugar a mis padres, por inculcarme desde niño que el estudio es la mejor herencia que pueden darme; además de que por su amor, apoyo y esfuerzo se me ha permitido hoy cumplir otro sueño. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, ayudándome a crecer de manera profesional y personal.

CONTENIDO

Capítulo I. Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Alcance.....	3
 Capítulo II. Marco Referencial.....	 5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Etiquetado.....	6
2.2.1 Etiquetas	6
2.2.2 Tipo de Etiquetas.....	7
2.3 Máquina Etiquetadora.....	9
2.3.1 Tipos de Máquinas Etiquetadoras	9
2.4 Elementos de Control.....	12
2.4.1 Controlador Lógico Programable.....	13
2.4.2 Variador de Frecuencia	14
2.4.3 Sensor	15
 Capítulo III. Metodología	 17

3.1 Levantamiento del estado actual de la máquina	17
3.1.1 Estructura Funcional	20
3.1.2 Análisis del estado actual de elementos mecánicos	25
3.1.3 Análisis del estado actual de elementos eléctricos	27
3.1.4 Análisis del estado actual de la HMI.....	30
3.1.5 Alternativas de Solución	32
3.2 Selección de alternativas	33
3.2.1 Especificaciones	33
3.2.2 Alternativas para cada elemento a reemplazar	34
3.2.3 Matriz Morfológica	36
3.2.4 Análisis de Criterios Ponderados	38
3.3 Desarrollo	41
3.3.1 Diseño parte Electrónica	41
3.3.2 Diseño del Sistema de Control	44
3.3.3 Diseño de la HMI	54
Capítulo IV Resultados	62
4.1 Pruebas de Funcionamiento	62
4.2 Análisis de Resultados.....	65
4.3 Análisis Financiero	66
4.3.1 Costos directos	66
4.3.2 Costos Indirectos	67
4.3.3 Costo Total	68

Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones	69
5.1 Conclusiones	69
5.2 Recomendaciones	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Logo Uyamá Farms S.A.	5
Figura 2: Proceso de etiquetado	6
Figura 3: Etiquetas	7
Figura 4: Etiqueta autoadhesiva	7
Figura 5: Aplicación de etiqueta de pegamento en frío.....	8
<i>Figura 6: Productos con etiquetas termoencogibles</i>	8
Figura 7: Etiqueta sensible al calor	9
Figura 8: Máquina Etiquetadora.....	9
Figura 9: Máquina etiquetadora rotativa y módulos	10
Figura 10: Máquina etiquetadora lineal.....	11
Figura 11: Máquina etiquetadora de botellas manual	11
Figura 12: Máquina etiquetadora semi automática	12
Figura 13: Máquina etiquetadora automática.....	12
Figura 14: Controlador Lógico Programable	13
Figura 15: Variador de Frecuencia Siemens	15
Figura 16: Esquema de funcionamiento de un variador de frecuencia	15
Figura 17: Esquema de un sensor.....	16
Figura 18: Máquina Etiquetadora modelo OLR-R.....	17
Figura 19: Potenciómetros que controlan la velocidad de los motores.....	19
Figura 20: Potenciómetros que controlan la velocidad de los motores.....	19
Figura 21 Cables recortados de los drivers de los servomotores.	19
Figura 22: Cables recortados de los drivers de los servomotores.	20
Figura 23: Caja negra de la máquina etiquetadora.....	20
Figura 24: Estructura funcional de la máquina etiquetadora.....	21
Figura 25: Banda Transportadora y motor	21

Figura 26: Motores de las rodela (desde arriba) 22

Figura 27: Motores de las rodela (frontal) 22

Figura 28: Zona de dispensación de etiquetas 23

Figura 29: Sistemas de sujeción de la zona de dispensación de etiquetas vertical 23

Figura 30: Sistema de sujeción de la zona de dispensación de etiquetas horizontal 23

Figura 31: Sujetador horizontal 24

Figura 32: Sujetador Vertical. 24

Figura 33: Sellador 25

Figura 34: Cuña desgastada 25

Figura 35: Seguros de la banda 26

Figura 36: Banda del sujetador vertical 27

Figura 37: Banda del Sellador 27

Figura 38: PLC Panasonic FP-X C40T 28

Figura 39: Fuente de 24VDC quemada 28

Figura 40: Elementos del tablero de control 30

Figura 41: Cables excesivos dentro del tablero de control 30

Figura 42: Interfaz actual de la HMI 31

Figura 43: Captura de pantalla, Series MT 31

Figura 44: Captura de pantalla, programa con serie TK 32

Figura 45: Mensaje de error de la HMI 32

Figura 46: Conector Sumitomo 3M - 50 pines [33] 42

Figura 47: Pines a usar del cable del servomotor 42

Figura 48: Izquierda: Pines nuevos soldados, derecha: cable terminado 44

Figura 49: Bloque de función del Motor 45

Figura 50: Comunicación PLC-HMI 46

Figura 51: Diagrama de flujo Modo automático 47

Figura 52: Captura de pantalla, Cantidad de botellas y asignación de velocidades	48
Figura 53: Captura de Pantalla, Instrucción DPLSV	49
Figura 54: Captura de Pantalla, arranque y posicionamiento de servomotor1	49
Figura 55: Captura de Pantalla, contador de botellas etiquetadas	50
Figura 56: Diagrama de Flujo modo Manual	52
Figura 57: Funcionamiento de la instrucción SCLP	53
Figura 58: Captura de Pantalla, ejecución de la instrucción SCLP para la velocidad de la banda	54
Figura 59: Captura de pantalla de la imagen: Pantalla Principal	55
Figura 60: Sincronización de fecha y hora de la HMI con el PLC	55
Figura 61: Estados de los motores parado (gris), en marcha (verde), en falla (rojo)	56
Figura 62: Estados de indicador de modo de trabajo	56
Figura 63: Led indicador de estado de secuencia, apagado, en marcha y fallo	56
Figura 64: Ventana emergente para control de motor del Sellador	57
Figura 65: Menú de Control en modo automático	57
Figura 66: Estados del indicador central	58
Figura 67: Configuración de Velocidades	59
Figura 68: Pantalla de Alarmas	59
Figura 69: Almacenamiento de alarmas en dirección interna	60
Figura 70: Código del background macro de las alarmas	60
Figura 71: Histórico de Alarmas	61
Figura 72: Captura de Pantalla, programa para enviar pulsos	62
Figura 73: Programa usado para determinar las velocidades	63
Figura 74: Botellas resultantes de las primeras pruebas	64
Figura 75: Irregularidades en la etiqueta	65
Figura 76: Barras comparativas de producción operador vs máquina	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros Técnicos	17
Tabla 2: Componentes de la máquina	18
Tabla 3: Elementos funcionales del tablero de control	29
Tabla 4: Características PLC	34
Tabla 5: Características HMI	35
Tabla 6: Características Fuente 24VCD	35
Tabla 7: Características Relés	36
Tabla 8: Matriz Morfológica	37
Tabla 9: Evaluación de cada criterio	39
Tabla 10: Evaluación del peso específico del criterio Compatibilidad	39
Tabla 11: Evaluación del peso específico del criterio Precio	39
Tabla 12: Evaluación del peso específico del criterio Versatilidad	40
Tabla 13: Evaluación del peso específico del criterio Precisión	40
Tabla 14: Conclusión Criterios Ponderados	40
Tabla 15: Pines usados en el cable	42
Tabla 16: Parámetros relevantes del modo de control de velocidad por comando análogo	43
Tabla 17: Parámetros de velocidad motores	63
Tabla 18: Resumen de las pruebas de funcionamiento	64
Tabla 19: Producción Operador vs Máquina:	65
Tabla 20: Costos directos del proyecto	67
Tabla 21: Costos Indirectos	67
Tabla 22: Costo Total	68

LISTA DE ANEXOS

- A Planos de Fuerza
- B Planos de Control
- C Bloque de función
- D Programación Ladder
- E Programación de Escalado
- F Lista de Variables
- G Manual de Usuario
- H Carta de conformidad

RESUMEN

La empresa Uyamá Farms S.A. busca constantemente mejorar de manera eficiente la productividad de los procesos que lleva a cabo en su línea de producción de botellas de aceite de aguacate, este proyecto de titulación resuelve la necesidad de la empresa de automatizar una máquina etiquetadora que presenta diversos fallos en su funcionamiento.

Como punto de partida se realiza el levantamiento del estado actual de los elementos que posee la máquina etiquetadora, de esta manera se determina que elementos deben ser reemplazados y cuales todavía funcionan de manera adecuada.

Se procede a establecer las especificaciones bajo las cuales se regirá la automatización de la máquina y se selecciona las mejores alternativas de nuevos elementos bajo el método ordinal corregido de criterios ponderados.

En el desarrollo del proyecto de titulación se procede a la corrección de los fallos dentro del tablero eléctrico, la programación del sistema de control con sus modos de funcionamiento: manual y automático; la pantalla HMI para manejo del proceso; como resultado de la etapa de desarrollo se generan planos eléctricos, planos de control y manual de usuario. La validación del funcionamiento de la máquina se realiza mediante pruebas de funcionamiento.

ABSTRACT

The company Uyamá Farms S.A. search constantly improve efficiently the productivity of processes it carries out in its line of production of oil bottles avocado, this project degree solves the company's need to automate a labeling machine that has various flaws in its functioning.

As a starting point, the analysis of the current state of the electronic elements that the labeling machine possesses is carried out, thus determining which of the same mentioned above, must be replaced and which still function properly.

It proceeds to establish the specifications under which will govern the automation of the machine and the best alternatives of new elements under the ordinal method corrected weighted criteria.

In the development of this project degree, it proceeds to correct faults within the electrical panel, the control system programming with its operating modes: manual and automatic; the HMI (Human Machine Interface) for management of process. As a result of the stage development it is generate electrical and control plans and also a manual user. The validation of machine operation is performed through functional tests.

Capítulo I.

Introducción

1.1 Antecedentes

En la facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales de la Universidad Católica de Santa María de la ciudad de Arequipa, Perú el Sr. Fernando Sosa en el año 2017 realizó el *Diseño, construcción y automatización de sistema de etiquetado de envases PET para proceso de producción de bebidas en la empresa Yoguis S.R.L.* Se realizó el proceso de etiquetado mediante un sistema de transporte de envases, el control de la velocidad de la producción, un sistema de etiquetado y un sistema envolvente. Se concluye que la ejecución de este proyecto permitió el desarrollo integral del desarrollador debido al uso de las diferentes ramas de la ingeniería eléctrica, electrónica y mecánica. [1]

En el departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, en el año 2019 los señores Cristian Granda y Fausto Moreano, realizaron el *Diseño e implementación de una etiquetadora automática de empaques promocional para la línea de producción Odin 1 (Planta Fluff)* con la finalidad de automatizar el proceso de etiquetado de los empaques promocionales, mediante un sistema de levas que contiene dos rodillos de presión con la finalidad de aumentar la productividad y minimizar costos y tiempo. El trabajo se realiza en 3 partes, diseño mecánico, construcción y automatización. [2]

El Sr. Fabián Criollo en el año 2013 realizó en el Laboratorio de Automatización de la Universidad Técnica de Ambato el *Estudio de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar la productividad en el prototipo de embotelladora* de este laboratorio. El trabajo consistió en la recopilación de información referente al proceso de etiquetado, máquinas y elementos de éstas, llegando a determinar 3 alternativas para mejorar la producción del prototipo de etiquetadora, finalmente se procede a la selección de la mejor opción, el diseño y construcción y el análisis económico de la construcción de la máquina etiquetadora. [3]

1.2 Planteamiento del Problema

La máquina etiquetadora que será objeto de trabajo en este proyecto de titulación es parte de una línea de producción de botellas de aceite de aguacate, trabaja de forma manual, haciendo uso de potenciómetros de precisión para calibrar la velocidad de los diferentes motores que mueven los mecanismos de la máquina, a pesar de poseer un PLC en su tablero de control, mismo que permitiría realizar el proceso de etiquetado de forma automática.

Con el pasar del tiempo y con el uso de la máquina, ésta ha presentado fallos en el sistema eléctrico y la HMI, fallos que se prevé corregir diseñando un sistema eléctrico y mecánico que permita realizar el proceso de etiquetado de forma manual y automática.

La máquina cuenta con servo motores que en su funcionamiento no hacen uso de todos sus recursos, lo que no hace posible realizar un proceso cíclico de etiquetado de botellas, es decir limita el uso de la máquina y alarga el tiempo del proceso de etiquetado, haciendo que éste sea el cuello de botella de la línea de producción de aceite de aguacate.

La HMI presenta una interfaz gráfica simple, con una sola pantalla que únicamente permite ingresar un número de botellas, dentro de un rango establecido, antes de iniciar el proceso de etiquetado y cuando este culmina se debe volver a iniciar el proceso en la pantalla. Por lo que se propone rehabilitar y automatizar la máquina etiquetadora de botellas de aceite de aguacate.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Automatizar una máquina etiquetadora de botellas de aceite de aguacate

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento del estado actual de la máquina
- Corregir los fallos en el sistema eléctrico y mecánico de la máquina
- Automatizar el proceso de etiquetado de la máquina

- Realizar pruebas de funcionamiento que validen el correcto funcionamiento de la máquina

1.4 Justificación

Un fallo se denomina como: la falta o deficiencia de algo, de tal modo que su respuesta no es la esperada [4]. Dentro de una empresa, el fallo de una máquina representa pérdidas económicas y paros en la línea de producción que la empresa realice, la repotenciación de la máquina etiquetadora de botellas pretende evitar al mínimo los fallos, corrigiendo los errores del sistema eléctrico y los errores de la HMI para realizar el proceso de etiquetado de botellas de una manera más eficiente.

El presente proyecto de titulación pretende realizar una automatización a nivel de proceso, que [5] define como: Nivel 3, donde se automatizan las tareas combinadas de los diferentes dispositivos que participan en un determinado paso en la elaboración de un producto.

La máquina etiquetadora de botellas trabaja de manera manual, haciendo que el proceso de etiquetado sea lento en comparación con máquinas del mismo tipo que son automáticas, su automatización reducirá la intervención por parte de operarios, simplificará el trabajo y aumentará la productividad en esta parte de la línea de producción, dejando de ser el cuello de botella del proceso de producción de aceite de aguacate.

1.5 Alcance

Se procederá a hacer un levantamiento del estado actual de los elementos que conforman el sistema eléctrico, electrónico y mecánico de la máquina. A partir de la información recabada se rediseñará el sistema eléctrico y electrónico; repotenciará mecanismos y de ser necesario de realizará cambios en la estructura para la adaptación de los sistemas.

La rehabilitación y automatización de la máquina etiquetadora de botellas de aceite de aguacate, permitirá corregir los errores del tablero eléctrico y de ser necesario cambiar equipos o añadir nuevos que permitan realizar el proceso de manera automatizada.

El proceso de etiquetado de la máquina pasará de ser manual a automático y por medio de la HMI, que se realizará bajo norma, se permitirá al usuario establecer la cantidad de botellas que desea que se etiqueten en un periodo de un minuto, este proceso será cíclico y se ejecutará de manera automática. Se entregará los planos de la máquina juntamente con el manual de usuario.

Capítulo II.

Marco Referencial

2.1 Antecedentes

UYAMAFARMS es una empresa familiar dedicada a la producción de productos derivados del aguacate. Su enfoque principal es la creación de productos que son tanto únicos como saludables, la estimulación del empleo, el desarrollo de agricultura sustentable y la recuperación de tierras, perdidas a causa de la erosión, mediante la siembra de bosques de árboles de aguacate. Uyamafarms es propietaria de 180 hectáreas de plantaciones de aguacate. Es miembro de la asociación de productores de aguacate en el Ecuador, una organización destinada al desarrollo de nuevas fuentes de ingresos a largo plazo para la economía del Ecuador. [6]

La empresa ofrece distintas variedades del aceite de aguacate como: Andean Star, Chilli Breeze Mira Hass 100%, etc, en presentaciones de 1000, 500 y 250ml. La mayor demanda por parte del mercado de esta empresa son las botellas en presentaciones de 250ml.

La empresa posee una línea de producción para obtener el aceite de aguacate y envasarlo, comienza con la captación del fruto, extracción del aceite, captación del aceite, paralelamente se realiza la captación de las botellas, limpieza, llenado, tapado y etiquetado.

La ejecución de este proyecto estuvo direccionado a la etapa de etiquetado de la línea producción de botellas aceite de aguacate.



Figura 1: Logo Uyamá Farms S.A. [6]

2.2 Etiquetado

El proceso de etiquetado puede ser manual o automático, ver figura 2; este proceso juega un papel muy importante, puesto que el cliente se lleva la primera impresión del producto o la empresa por medio de ella, además de facilitar información relacionada con el producto. La finalidad de una etiqueta es:

- Llamar la atención del público
- Identificar el producto y la empresa
- Ser llamativa y atractiva
- Suministrar información nutricional y de consumo.



Figura 2: Proceso de etiquetado [7]

2.2.1 Etiquetas

Las etiquetas son un elemento esencial del producto final, pueden estar hechas de papel, pueden estar grabadas o impresas, pueden ser de papel, plástico, papel laminado, etc. Presentan la identidad de la marca e información tal como fecha de caducidad, código de lote, información nutricional, advertencias de consumo, código de barras, entre otros [8]. En la figura 3 se pueden apreciar diferentes tipos de etiquetas.



Figura 3: Etiquetas [9]

2.2.2 Tipo de Etiquetas

Existen diferentes maneras de clasificar las etiquetas, como tipo de aplicación, material, uso y colocación en el envase [10]; debido al enfoque de este proyecto, a continuación, se detallará el tipo de etiquetas según su aplicación:

Etiquetas Autoadhesivas

Son etiquetas que se pueden ubicar en cualquier parte del envase, pueden estar fabricadas en papel o plástico y su presentación es normalmente en una bobina, como se puede apreciar en la figura 4, son de fácil aplicación y colocación ya sea de manera manual o mediante un sistema automático, gracias al pegamento que permite la autoadhesión. Son el tipo de etiquetas de mayor costo. [11]



Figura 4: Etiqueta autoadhesiva [12]

Etiquetas de pegamento

Este tipo de etiquetas pueden ser de papel, plástico o papel metalizado (laminado), la aplicación de sistemas de aplicación de pegamento puede llegar a ser conflictiva en algunas máquinas y su

costo suele ser económico. [11]. La ilustración 5 muestra un proceso de etiquetado con etiquetas con pegamento en frío en una etiquetadora rotativa.



Figura 5: Aplicación de etiqueta de pegamento en frío [13]

Etiquetas Termoencogibles

Son de material pet o pvc, son envolventes y poseen propiedades de encogimiento después de aplicarles calor, se pueden utilizar en cualquier tipo de envase, brinda una excelente imagen con alto brillo e imágenes con textos que se pueden colocar en 360°, lo cual da realce a la imagen de la marca, en la ilustración 6 se pueden apreciar diferentes etiquetas termoencogibles adaptándose a la forma de los envases. [11]



Figura 6: Productos con etiquetas termoencogibles [14]

Etiquetas sensibles al calor

La figura 7 muestra una bobina de etiquetas sensibles al calor, “se usan termoplásticos adhesivos y pegamentos que se activan al calentarse. La aplicación de estos adhesivos depende del

tiempo de acción de los pegamentos; los de acción lenta son utilizados en envases de vidrio o metal.” [15].



Figura 7: Etiqueta sensible al calor [16]

2.3 Máquina Etiquetadora

“Como su nombre lo indica, sirven para colocar etiquetas a objetos y/o productos. Se utilizan en las líneas de empaquetado y embalaje de industrias química, farmacéutica, alimenticia, de bebidas, etc. Existen diferentes tipos de etiquetadoras con similitudes en su funcionamiento.” [17]



Figura 8: Máquina Etiquetadora [18]

2.3.1 Tipos de Máquinas Etiquetadoras

Existen diferentes tipos de máquinas etiquetadoras debido a la diversidad de productos y envases donde se usan etiquetas, se clasifican de acuerdo con su funcionamiento y la necesidad requerida; principalmente se tienen:

- ***Máquina Etiquetadora Rotativa***

En una máquina etiquetadora rotativa los envases ingresan por medio de una banda transportadora, luego ingresan a una mesa de porta envases a manera de carrusel, mismo que es accionado por un motor a pasos o servomotor, alrededor de la mesa se ubican los módulos dispensadores de etiquetas, luego de hacer el recorrido en carrusel los envases vuelven a la banda transportadora

En este tipo de máquinas pueden estar equipados diferentes módulos dispensadores de etiquetas, incluso de diferente tipo (adhesivo frío, adhesivo caliente, autoadhesivo, etc.), la electrónica de control de estos módulos es independiente y están sujetos en el bastidor de la máquina, en algunas éstos pueden ser extraíbles. [19]



Figura 9: Máquina etiquetadora rotativa y módulos [1]

- ***Máquina Etiquetadora Lineal***

En las máquinas etiquetadoras lineales los envases no abandonan la banda transportadora a diferencia de las rotativas, avanzan a través de la banda, un sensor detecta su presencia y acciona el motor a pasos o servo motor el dispensador de etiquetas, luego un rodillo controlado por un motor asegura la adhesión de la etiqueta. Este tipo de máquinas pueden tener uno o dos dispensadores de etiquetas.



Figura 10: Máquina etiquetadora lineal [18]

En base a su modo de operación las máquinas etiquetadoras también se clasifican en:

- ***Máquina Etiquetadora Manual***

El proceso es mecánico o manual, se utilizan sistemas de rodillos para poder etiquetar botellas de diferentes diámetros, se aplica en empresas pequeñas con volúmenes de producción bajo. [20]



Figura 11: Máquina etiquetadora de botellas manual [21]

- ***Máquina Etiquetadora Semiautomática***

Este tipo de máquinas requieren la intervención de un operador en su proceso de etiquetado para la colocación y retiro de las botellas, la máquina coloca la etiqueta, como se puede apreciar en la figura 12; este tipo de máquinas se utilizan en empresas con producciones de tamaño regular. [20]



Figura 12: Máquina etiquetadora semi automática [22]

- **Máquina Etiquetadora Automática**

El proceso de etiquetado es automático, etiqueta varios elementos por minuto sin importar la forma o tipo de etiqueta, puede poseer diferente módulos o estaciones de etiquetado (máquinas rotativas), las velocidades de etiquetado pueden adaptarse de acuerdo a lo que disponga la línea de producción. Se utilizan en empresas con grandes volúmenes de producción y demanda. [20]



Figura 13: Máquina etiquetadora automática [23]

2.4 Elementos de Control

Este apartado contiene la base teórica correspondiente a los elementos que permitirán controlar de manera automatizada todos los subconjuntos correspondientes a la máquina etiquetadora de la empresa Uyamá Farms S.A.

2.4.1 Controlador Lógico Programable

Según [24] “Podemos definir de una manera general al controlador lógico programable como toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control.”



Figura 14: Controlador Lógico Programable [25]

Sus reducidas dimensiones, la facilidad de su montaje e implementación, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., [24] menciona que la eficiencia de los PLC hace que se aprecie fundamentalmente en procesos en que se reducen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Instalación de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Se pueden encontrar PLCs fácilmente en:

- Maquinaria industrial del mueble y la madera
- Instalaciones de seguridad Instalaciones de almacenamiento y transporte
- Instalaciones de plantas embotelladoras
- Instalaciones en la industria automotriz

- Instalación de tratamientos térmicos
- Instalaciones de la industria azucarera Instalaciones de la industria plástica. [24]

Partes de un PLC.

Memoria.

Dentro de la CPU de un PLC encontramos varias secciones de memorias:

- *Memoria del programa:* es el espacio de memoria donde se almacena el programa que se estará ejecutando cíclicamente
- *Memoria de Tabla de Datos:* Se encarga de atribuir las funciones específicas del programa, se subdivide según el tipo de dato (temporizadores, contadores, etc.)
- *Memoria del Sistema:* se refiere a la memoria del programa del sistema o firmware.
- *Memoria de Almacenamiento:* Espacio de memoria que se usa para almacenar programas externos

CPU

Es la encargada de ejecutar el programa de usuario, además del chequeo del sistema, aquí se realizan los procesos lógicos y secuenciales.

2.4.2 Variador de Frecuencia

Un variador de frecuencia, como su nombre lo indica, permite controlar la velocidad de un motor de corriente alterna asíncrono, variando la frecuencia de la corriente eléctrica. Técnicamente un variador de frecuencia regula la energía de la red antes de que ésta llegue al motor, ajustándola en el valor requerido para el procedimiento. Su uso, presenta ventajas tales como:

- Amplio rango de velocidades
- Ahorro energético
- Seguridad en el arranque y frenado de motores. [26]



Figura 15: Variador de Frecuencia Siemens [26]

Funcionamiento

Un variador de frecuencia divide su proceso en 3 etapas que son: rectificación, filtro e inversión, [27] en la figura 16 se puede apreciar un esquema de las etapas.

- En la rectificación se transforma la corriente alterna en corriente continua por medio de puentes de diodos o tiristores, en esta etapa existe la mayor pérdida de energía ya que se aprovecha alrededor de un 60% de la energía
- El filtrado se realiza por medio de un banco de capacitores,
- En la etapa de inversión se modula la señal filtrada a una frecuencia y velocidad variable por medio de transistores que a través de conmutación forman pulsos cuadrados que alimentan al motor

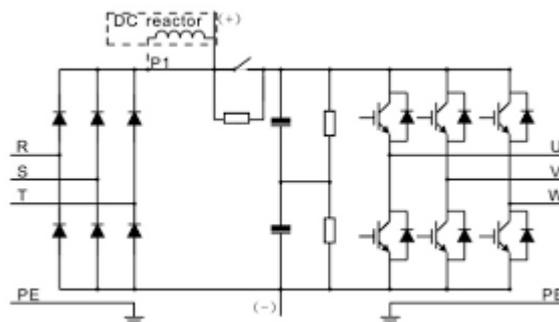


Figura 16: Esquema de funcionamiento de un variador de frecuencia [27]

2.4.3 Sensor

Un sensor es un dispositivo capaz de medir una variable de su entorno y transformarla a una señal eléctrica correspondiente a la señal medida, el proceso se realiza por medio de un transductor que transforma la energía medida en otra forma de energía. [28]

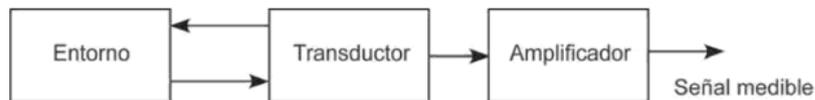


Figura 17: Esquema de un sensor [28]

Tipos de sensores en etiquetadoras

Los sensores son capaces de medir 6 tipos de señales: mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y químicas; de éstas derivan la clasificación de los sensores según el parámetro variable. En máquinas etiquetadoras los sensores se usan principalmente para la detección de etiquetas y envases, los sensores más usados son:

- Inductivo, ideal para envases ferrosos.
- Capacitivo, ideal para envases metálicos y no metálicos
- Fotoeléctrico, ideal para detección de etiquetas y envases
- Fibra óptica, ideal para detección de etiquetas y envases

Capítulo III.

Metodología

3.1 Levantamiento del estado actual de la máquina

La máquina etiquetadora objeto de estudio en este trabajo de titulación pertenece a la línea de producción de botellas de aceite de aguacate de la fábrica Uyamá Farms S.A. ubicada en Mira, provincia de Imbabura, fabricada por la empresa King Machine de China, modelo OLR-R del año 2015.

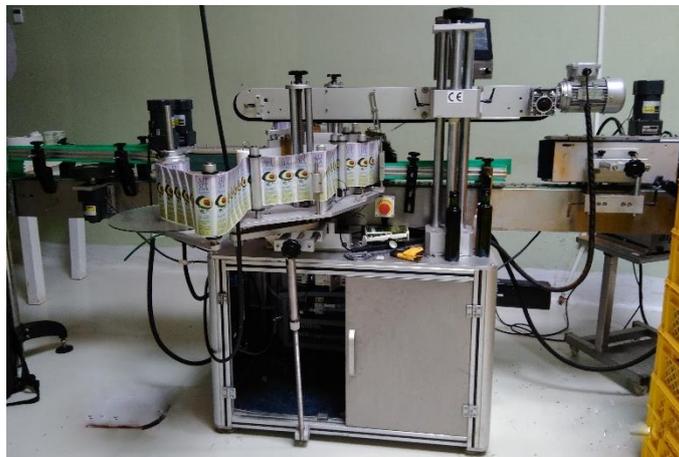


Figura 18: Máquina Etiquetadora modelo OLR-R

Los parámetros técnicos y los componentes de la máquina se muestran en las tablas 1 y 2

Tabla 1: Parámetros Técnicos

Ítem	Información
Velocidad	50-100 botellas/minuto
Tamaño de la Botella	Personalizable
Dimensiones	2200mm x 1500mm x 1550mm
Peso	450Kg
Potencia	1Kw
Alimentación	220v 50-60Hz 3 fases

Tabla 2: Componentes de la máquina

Componente	Marca	Modelo
HMI	Weinview	TK6070iP
PLC	Panasonic	FP-X C40T
Relay	Schneider	RXM2LB2BD
Sensor botellas	Panasonic	NAVI FX-501-C2
Sensores etiquetas	Panasonic	NAVI FX-501-C2
Motores Trifásicos	S/M	JB/T8680
Motores	GPG	GDM10-90
Controlador de motores	GPG	RK
Servomotor	Panasonic	Minas A5II
Fuente DC	S/M	S/M

El funcionamiento de esta máquina es muy simple, cuando se enciende, encienden todos motores a la vez, la calibración de la velocidad de estos se la hace mediante potenciómetros de precisión, por lo cual es difícil mantener una calibración de la máquina debido a que a la mínima variación se pierde el set-point, teniendo como consecuencia que el control sea inexacto y que tenga que ser re calibrado, ya que las velocidades de todos los motores que componen la máquina dependen el uno del otro, además los motores trifásicos tienen reductores de diferente magnitud de salida, el motor correspondiente al subconjunto del sujetador vertical limita la velocidad máxima de trabajo de la máquina debido a que posee un reductor de 50rpm, la velocidad el resto de motores deben referenciarse en el motor de este subconjunto.

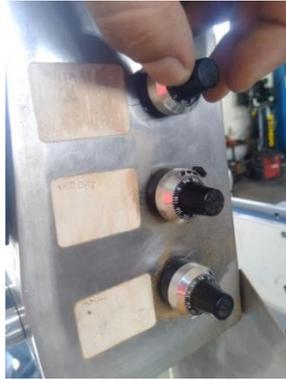


Figura 19: Potenciómetros que controlan la velocidad de los motores



Figura 20: Potenciómetros que controlan la velocidad de los motores

Se tiene establecido un control básico para los servomotores a través de cables recortados y con conexión muy limitada, causando de igual manera que se pierda fácilmente la configuración.

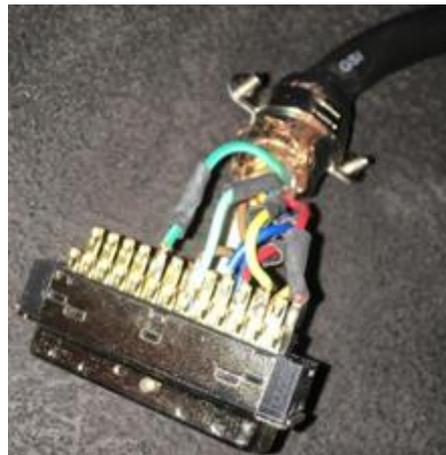


Figura 21 Cables recortados de los drivers de los servomotores.

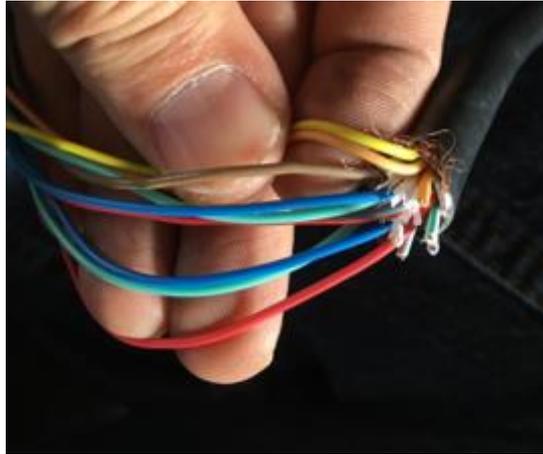


Figura 22: Cables recortados de los drivers de los servomotores.

3.1.1 Estructura Funcional

En este apartado se definen los módulos del proyecto conjuntamente con sus funciones y subfunciones. La función global consiste en la tarea generalizada que va a realizar un producto [29], en la máquina la función global es etiquetar botellas, en la figura 23 se muestra la caja negra que relaciona los flujos de entrada y salida

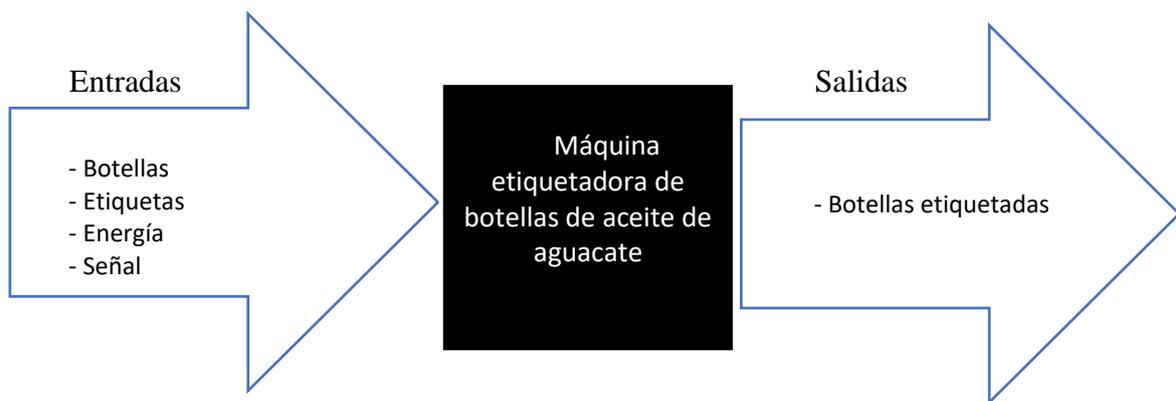


Figura 23: Caja negra de la máquina etiquetadora

La figura 24 ilustra en mayor detalle la estructura funcional del proceso que ejecuta la máquina, consta de 3 módulos, el módulo de control (naranja), módulo de posicionamiento (verde), dispensación de etiquetas (azul).

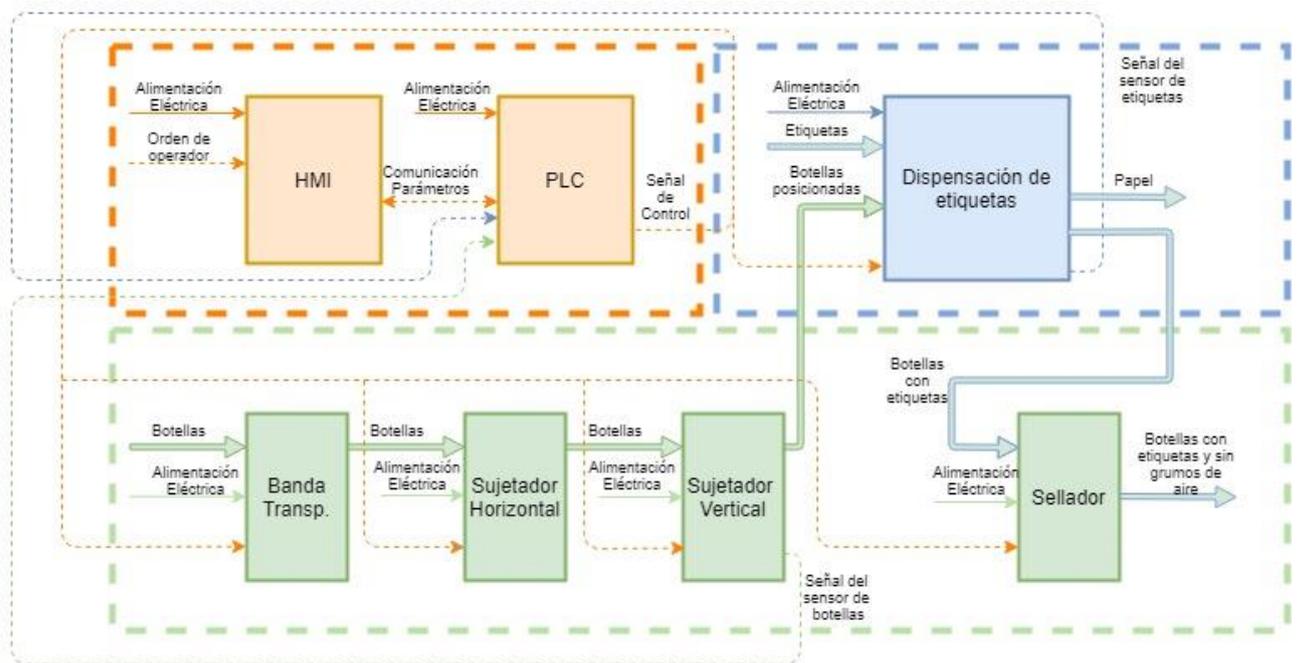


Figura 24: Estructura funcional de la máquina etiquetadora

A continuación, se realiza una explicación a mayor detalle del funcionamiento de cada subfunción.

Banda Transportadora

La banda transportadora como su nombre lo indica su función principal consiste en transportar las botellas a etiquetar. Se conforma de una cinta transportadora de placas con cadenas accionada por un motor trifásico chino modelo JB/T8680.



Figura 25: Banda Transportadora y motor

Rodelas

Su función consiste en permitir el paso organizado de las botellas para que no se aglomeren perjudicando al proceso de etiquetado. Se conforma por dos motores monofásicos marca GP modelo GDM10-90, que en su eje contienen cilindros de plástico anchos que giran en sentido opuesto.



Figura 26: Motores de las rodelas (desde arriba)



Figura 27: Motores de las rodelas (frontal)

Zona de Dispensación de Etiquetas

La zona de dispensación de etiquetas se trabaja con bobinas que son tensadas a través de un sistema de rodillos. La dispensación de etiquetas se controla por medio de un servo motor MINAS A5 marca Panasonic, este controla el movimiento de las etiquetas hacia la cuña de aplicación, la cual permite que la etiqueta autoadhesiva se despegue. Se utilizan sensores ópticos para detectar el inicio y fin de cada etiqueta; y para la detección de presencia de las botellas.

La calibración de las etiquetas se controla mediante los sistemas de sujeción que permiten mover la zona de dispensación de etiquetas de manera vertical, horizontal y diagonal



Figura 28: Zona de dispensación de etiquetas

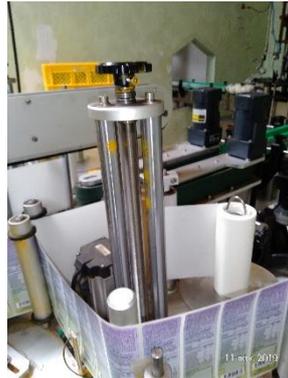


Figura 29: Sistemas de sujeción de la zona de dispensación de etiquetas vertical

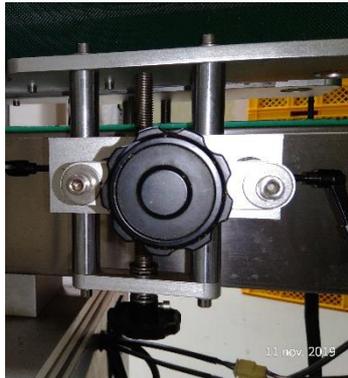


Figura 30: Sistema de sujeción de la zona de dispensación de etiquetas horizontal

Sujetador Horizontal

Este subconjunto de la máquina se conforma por dos motores monofásicos GPG conectados a un sistema de banda que giran en sentido opuesto, sujeta horizontalmente las botellas asegurando su correcta alineación.



Figura 31: Sujetador horizontal

Sujetador Vertical.

Mediante un motor trifásico que acciona una banda, este subconjunto de la máquina mantiene firme a la botella de manera vertical cuando ésta entra a la zona de dispensación de etiquetas. Posee un mecanismo que permite mover este conjunto de manera vertical, permitiendo establecer la altura de la botella a etiquetar, las botellas usadas por Uyamá Farms miden 25cm de alto y 4cm de diámetro en su parte más ancha.

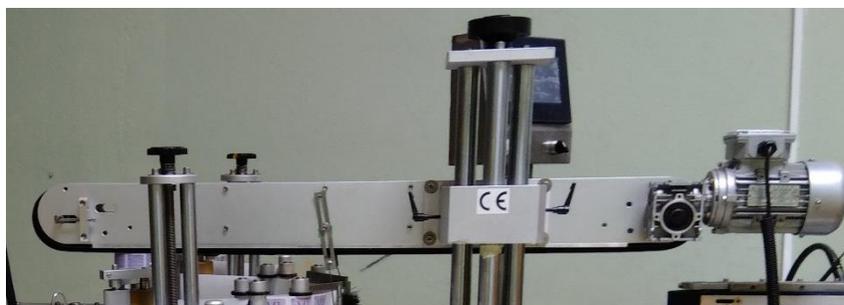


Figura 32: Sujetador Vertical.

Sellador.

Consiste en un motor monofásico conectado a una banda que gira en sentido antihorario, tiene como finalidad sujetar a la botella de manera horizontal, la presiona contra una plancha y mediante el giro de la botella y la presión se asegura finalmente la adhesión de la etiqueta a la botella eliminando posibles bultos de aire.



Figura 33: Sellador

3.1.2 Análisis del estado actual de elementos mecánicos

El análisis del estado actual de los elementos mecánicos tiene como propósito establecer que componentes mecánicos que conforman la máquina requieren intervención o un rediseño. Para una mejor distribución de los elementos mecánicos, se realiza el análisis del estado actual de la siguiente distribución:

- Estructura
- Sujeciones

Estructura

La estructura mecánica de la máquina se encuentra bien en su mayoría, en la zona de dispensación de etiquetas del primer servomotor se encontró que la geometría de la cuña no permite que se despeguen las etiquetas autoadhesivas debido a un desgaste.

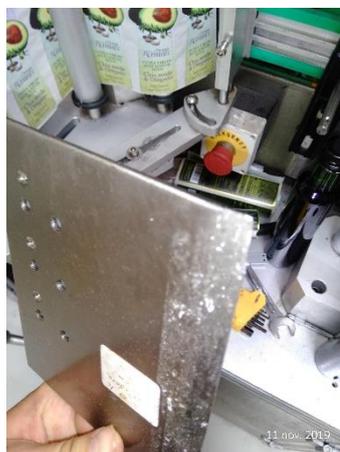


Figura 34: Cuña desgastada

Sujeciones

La máquina etiquetadora no presenta demasiados elementos mecánicos inmersos en el proceso de etiquetado, salvo la banda transportadora y las sujeciones que permiten encarrilar las botellas a lo largo de la banda, dicha banda se encuentra operando en perfectas condiciones, no presenta daños en ninguna de sus cadenas, sin embargo, algunas de las sujeciones se encuentran dañadas, como se aprecia en la figura 33.



Figura 35: Seguros de la banda

Otro elemento de interés dentro del grupo de sujeciones son las bandas de tela correspondientes al *Sujetador Vertical* y *Sellador*. Estos dos elementos presentan una rotura cocida en su geometría (ver figura 36 y 37 respectivamente), esto causa, en el caso del *sujetador vertical* que cuando dicha imperfección topa con las botellas, las empuja haciendo que pierdan la posición requerida para ser etiquetada. En el caso del *sellador*, esto causa que la botella no entre adecuadamente en este sistema, empujándola hacia fuera y haciéndola caer.

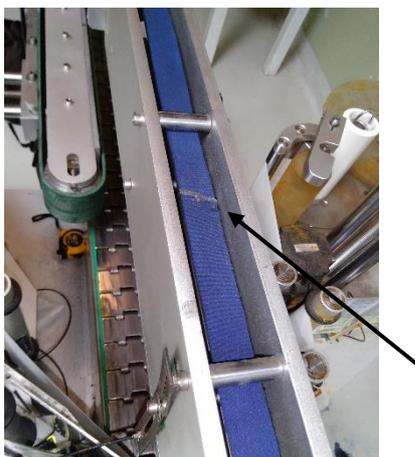


Figura 36: Banda del sujetador vertical

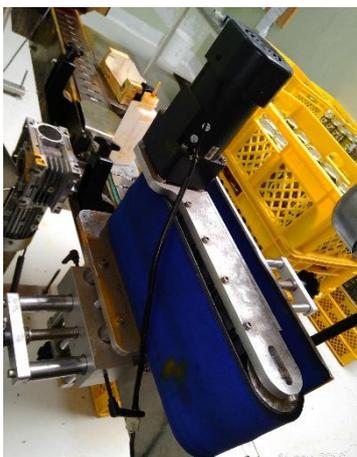


Figura 37: Banda del Sellador

3.1.3 Análisis del estado actual de elementos eléctricos

En este apartado se determina la situación actual de todos los componentes eléctricos de la máquina, con la finalidad de descartar elementos obsoletos y de utilizar los que funcionen de tal forma que el modo de operación de la máquina sea acorde a la capacidad de los mismos.

PLC.

El PLC con el cual funciona la máquina es de marca Panasonic, modelo FP-X C40T, luego de contactar con el fabricante y de intentar con el software disponible en la red, se encontró que el programa está bloqueado con contraseña, según [30], es necesario introducir la contraseña cada vez que el PLC es alimentado y además señala que en caso de no recordar la contraseña, el servicio técnico tampoco podrá recuperarla.

Las conexiones en las borneras del PLC son repetitivas y también tiene conexiones múltiples hacia los potenciómetros de precisión para el control de la velocidad de los motores.

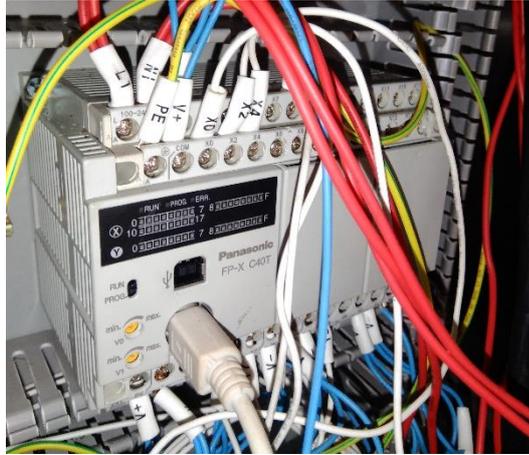


Figura 38: PLC Panasonic FP-X C40T

Tablero de Control

El tablero de control de la máquina no presenta problemas con los equipos que funcionan con voltaje alterno, en la tabla 3 se muestran estos elementos. El problema que presenta es a nivel de voltaje continuo, la fuente instalada de fábrica está quemada debido a problemas de sobrecarga de los relés y drivers, posiblemente esta sobrecarga se debió por que las instalaciones donde trabaja la máquina no cuentan con conexión a tierra. La falla de este elemento derivó en el daño total de los relés de los motores y la HMI.

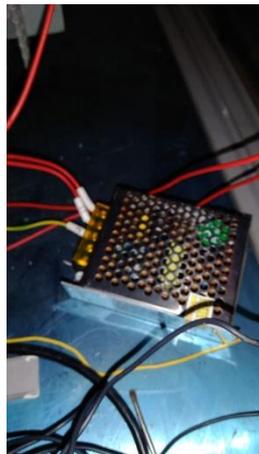


Figura 39: Fuente de 24VDC quemada

Tabla 3: Elementos funcionales del tablero de control

Ítem	Cantidad	Imagen
Variador de Frecuencia Altivar 12 ATV12H018M2	3	
Driver Servomotor Minas A5	2	
Sensores ópticos Panasonic FX-501-C2	3	
Contactador LC1-E06-10	1	
Breaker bifásico 10A	1	

En la figura 40 y 41 se muestra el tablero de control de la máquina donde se evidencian los elementos mostrados en la tabla 3, además se puede constatar la existencia de un cableado excesivo y repetitivo

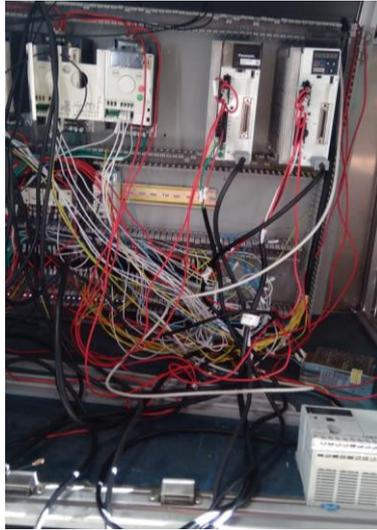


Figura 40: Elementos del tablero de control



Figura 41: Cables excesivos dentro del tablero de control

3.1.4 Análisis del estado actual de la HMI

La máquina etiquetadora cuenta con la HMI marca Wienviwe, modelo TK7060iP, la interfaz permite únicamente establecer la velocidad en pulsos de los servomotores, haciendo que el control sea muy simple.

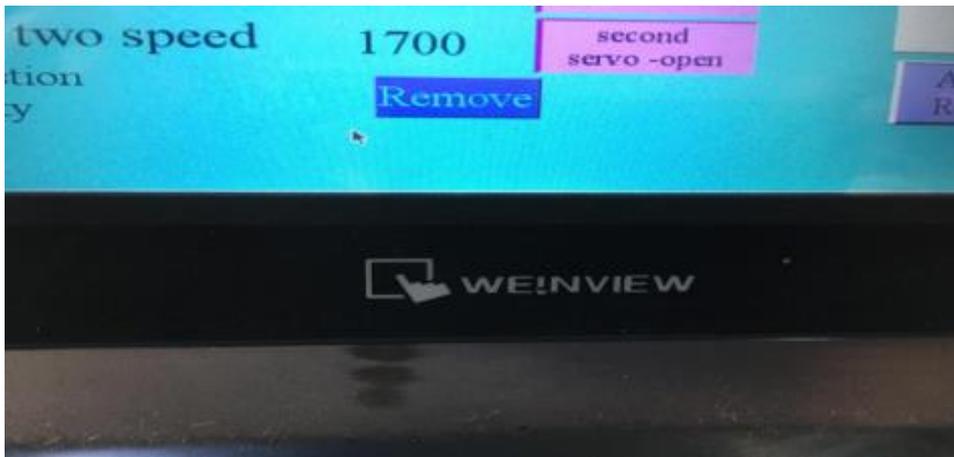


Figura 42: Interfaz actual de la HMI

El software de programación correspondiente para la HMI es proporcionado por la misma empresa fabricante Weinview de manera gratuita vía internet. El modelo TK6070iP es una de las versiones más antiguas de HMI, esta causal situación generó un problema en el desarrollo del proyecto, el cual se explica a continuación:

- Cada cierto tiempo el software de programación es actualizado para añadir nuevas versiones de HMI y a la vez las versiones más antiguas son removida de este, quedando en la obsolescencia.
- La mayoría de las versiones del software de programación incluyen la serie MT que corresponde a la actualización y posterior reemplazo de las series TK, como se puede apreciar en la figura 43.

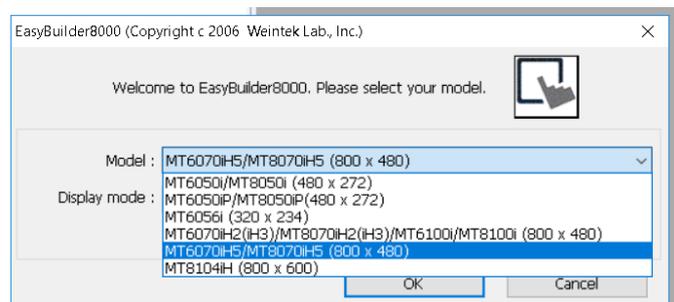


Figura 43: Captura de pantalla, Series MT

- La versión EB8000 V4.65.16 si incluye las series TK requerida, como se observa en la figura 42, pero resulta imposible establecer la comunicación con la HMI, en la figura 44 se puede observar el mensaje de error que aparece al cargar el programa en la pantalla física.



Figura 44: Captura de pantalla, programa con serie TK

La ventana emergente que aparece se traduce a lo siguiente: *¡Configuraciones de proyecto incompatible! Por favor cambie el modelo de HMI y cargue de nuevo el programa.*

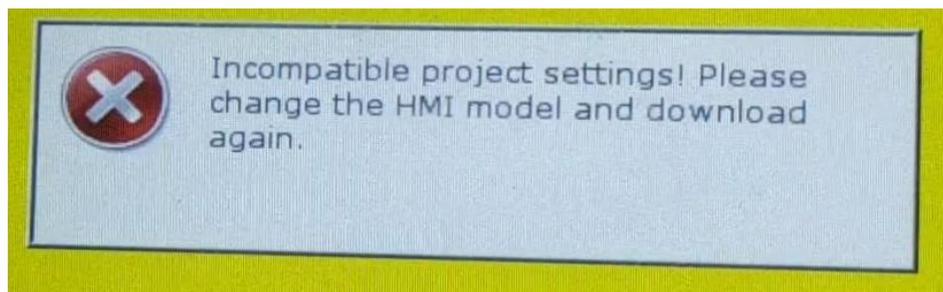


Figura 45: Mensaje de error de la HMI

La única versión compatible solo se distribuye en China, en conclusión, es imposible establecer una comunicación con la pantalla HMI TK6070iP haciendo que este equipo sea inoperable.

3.1.5 Alternativas de Solución

Tomando en cuenta el análisis del estado actual de los componentes eléctricos y mecánicos de la máquina etiquetadora, se prevé realizar lo siguiente:

- Reemplazar la cuña y las sujeciones dañadas con su repuesto de stock respectivamente
- Rehabilitar el control de la máquina

En base al análisis del estado actual de los elementos de la etapa de control se prevé reemplazar los siguientes elementos por nuevos:

- PLC

- Relés
- Fuente 24VDC
- HMI
- Potenciómetros de precisión por driver monofásicos
- Automatizar el proceso de etiquetado
 - Secuencia de etiquetado manual y automático (prescindir del uso de potenciómetros de precisión)
 - Reconstruir los cables de los drivers de los servomotores
 - Diseño de la HMI
- Reparar el problema de conexión eléctrica

En base al análisis del estado actual de los elementos de la etapa de eléctrica se prevé realizar lo siguiente:

- Instalar una barra de distribución para prescindir de los punteos excesivos en las borneras del PLC.
- Recortar y peinar todo el cableado del tablero de control.

3.2 Selección de alternativas

Para la selección de alternativas primero se deben establecer las especificaciones requeridas y en base a estas se despliegan las distintas alternativas de solución, para la selección de la mejor alternativa se hace uso del Método ordinal corregido de criterios ponderados. [29]

3.2.1 Especificaciones

- Deberán ser reemplazados todos los equipos que no funcionen de manera adecuada o que se encuentren obsoletos, se debe tomar en cuenta que debe existir una compatibilidad en el funcionamiento entre los equipos nuevos con los anteriores.
- Actualmente la empresa Uyamá Farms tiene una producción semanal de 25 toneladas de aguacate de las cuales, 5 toneladas son destinadas a la producción de aceite de donde

se obtienen 2000 botellas de 250ml [31]. La máquina deberá funcionar de tal manera que pueda cubrir con esta demanda adicionalmente deberá estar automatizada para cubrir la demanda de la producción total de 25 toneladas (10000 botellas) si la empresa así lo requiriera.

- La máquina tendrá dos modos de funcionamiento: manual y automático; constará de una interfaz gráfica simple que permita ingresar los parámetros del proceso y deberá etiquetar un mínimo de 30 botellas por minuto y un máximo de 60 botellas por minuto en modo automático.

3.2.2 Alternativas para cada elemento a reemplazar

PLC

El PLC será el encargado de ejecutar todo el proceso de etiquetado, proceso que comprende el encendido de los motores y servomotores de cada subfunción, dispensación de etiquetas y control del proceso en modo manual y automático. Sebe tomar en cuenta que las salidas del PLC sean de tipo transistor para el control de los servomotores, las alternativas más idóneas se muestran en la tabla 4.

Tabla 4: Características PLC

Modelo	Especificaciones
Omron CP1L-EL20DR-D	<ul style="list-style-type: none"> • Entradas y salidas: 20 • Salida tipo relé • 1 puerto de ethernet • Contadores de conmutación rápida. • Expandible.
Delta DVP-12SA2	<ul style="list-style-type: none"> • 8 entradas digitales y 4 salidas digitales • Expandible hasta 8 módulos • Salidas de pulso rápido (hasta 100Khz) • Puertos COM RS-232 y RS-485
Siemens s7 1200 1214C	<ul style="list-style-type: none"> • 16 DI/ 8DO. • Alimentación 24VDC • Expandible

HMI

La HMI será la encargada de mostrar el proceso y también permitirá establecer los parámetros de velocidad de los motores. Debido al espacio físico en la máquina correspondiente para la HMI, ésta no deberá ser mayor a 7 pulgadas. En la tabla 5 se muestran las características de las HMI disponibles.

Tabla 5: Características HMI

Modelo	Especificaciones
Siemens KTP700	<ul style="list-style-type: none"> • Mando por teclas y táctil • Interfaz probibus
Delta DOB-BO7PS4	<ul style="list-style-type: none"> • 3 puertos COM (RS-232, RS-422, RS-485) • Soporte para tarjeta microSD
Omron NB7W-TW01B	<ul style="list-style-type: none"> • 2 puertos COM (RS-232, RS-422)

Fuente 24V

La fuente de 24VDC será el suministro de energía para los elementos que trabajen con voltaje continuo y deberá estar diseñada para una corriente de 3A, sin embargo, debido a que las instalaciones de la fábrica no cuentan con salida a tierra se optará por una fuente para 5A por precaución. En la tabla 6 se muestran las fuentes disponibles en el mercado.

Tabla 6: Características Fuente 24VDC

Modelo	Especificaciones
Delta DPS-200AB-186A	<ul style="list-style-type: none"> • Input 110/220V • 5A
S/M	<ul style="list-style-type: none"> • Input 220V/10A • Potencia: 240W

Relés

Funcionan como un interruptor que permite el paso de corriente hacia los motores. En la tabla 7 se muestran los relés disponibles en el mercado.

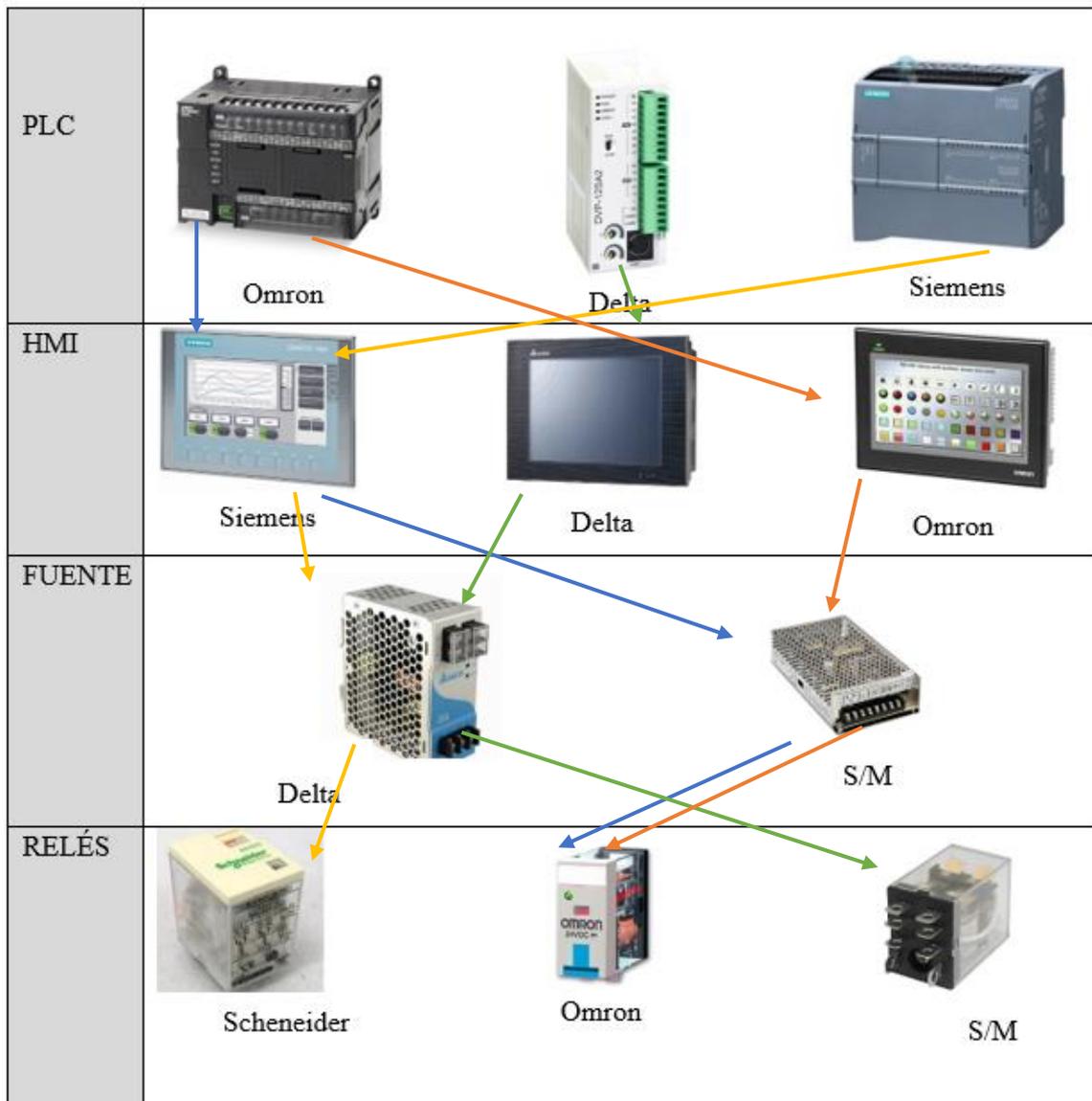
Tabla 7: Características Relés

Modelo	Especificaciones
Schneider RXM2LB2BD	<ul style="list-style-type: none"> • 24VDC • 5A/250V
Omron G2R-S	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador LED • 24VCD / 220V
S/M	<ul style="list-style-type: none"> • 24VCD / 220V

3.2.3 Matriz Morfológica

En la matriz morfológica de la tabla 8 se muestran las posibles alternativas de solución para el sistema.

Tabla 8: Matriz Morfológica

*Alternativa 1 (azul)*

Consiste en un PLC Omron CP1L-EL20DR-D, con una pantalla HMI Siemens, una fuente de 24VDC-5A marca Delta y relés 24V/220V marca Omron

Alternativa 2 (verde)

Consiste en un PLC DVP-SA2 conjuntamente con una HMI delta modelo DOB-B07PS4, una fuente de 24VDC marca Delta y relés de 24/220V sin marca

Alternativa 3 (amarillo)

PLC Siemens 1214C con una HMI Siemens KTP700, fuente de 24VCD/5A marca Delta y relés marcha Schneider.

Alternativa 4 (naranja)

PLC Omron CP1L-EL20DR-D, HMI Omron NB7W-TW01B, fuente sin marca y relés de la marca Omron.

3.2.4 Análisis de Criterios Ponderados

Criterios de evaluación:

- Compatibilidad (equipos nuevos con equipos antiguos)
- Versatilidad (etiquetado de botellas a diferentes velocidades)
- Precio
- Precisión

En la tabla 9 se muestra la evaluación del peso específico de cada criterio, en las tablas 10, 11, 12 y 13 se realiza la evaluación del peso específico de los criterios: compatibilidad, versatilidad, precio y precisión respectivamente. En la tabla 14 se muestra la conclusión a la que se llega mediante el método ordinal de criterios ponderados.

Precio > Precisión > Compatibilidad > Versatilidad

Tabla 9: Evaluación de cada criterio

Criterio	Compatibilidad	Precio	Versatilidad	Precisión	$\Sigma+1$	Ponderación
Compatibilidad		0,5	0,5	1	3	0,240
Precio	1		1	1	4	0,368
Versatilidad	0,5	0,5		1	3	0,159
Precisión	0,5	0,5	0,5		2,5	0,316
Suma					12,50	1

Alt. 2 > Alt. 4 > Alt. 1 > Alt. 3

Tabla 10: Evaluación del peso específico del criterio Compatibilidad

Compatibilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0,5	0,5	2	0,211
Alternativa 2	1		1	1	4	0,368
Alternativa 3	0,5	0		0	1,5	0,159
Alternativa 4	0,5	0	0,5		2	0,316
Suma					9,5	1,05

Alt. 2 > Alt. 4 > Alt. 1 > Alt. 3

Tabla 11: Evaluación del peso específico del criterio Precio

Precio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		0	0	0,5	1,5	0,167
Alternativa 2	1		1	1	4	0,368
Alternativa 3	0,5	0		0,5	2	0,159
Alternativa 4	0,5	0	0		1,5	0,316
Suma					9	1,01

Alt. 2 > Alt. 4 > Alt. 1 > Alt. 3

Tabla 12: Evaluación del peso específico del criterio Versatilidad

Versatilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	0,5	2,5	0,250
Alternativa 2	0,5		1	0,5	3	0,368
Alternativa 3	0,5	0		0,5	2	0,159
Alternativa 4	0,5	0,5	0,5		2,5	0,316
Suma					10	1,09

Alt. 2 > Alt. 4 > Alt. 1 > Alt. 3

Tabla 13: Evaluación del peso específico del criterio Precisión

Precisión	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	0,5	3	0,300
Alternativa 2	0,5		1	1	3,5	0,368
Alternativa 3	0	0		0,5	1,5	0,159
Alternativa 4	0,5	0	0,5		2	0,316
Suma					10	1

Tabla 14: Conclusión Criterios Ponderados

Criterio	Compatibilidad	Precio	Versatilidad	Precisión	\sum	Prioridad
Alternativa 1	0,21*0,24	0,17*0,37	0,25*0,16	0,3*0,37	0,2643	3
Alternativa 2	0,37*0,24	0,37*0,37	0,37*0,16	0,37*0,37	0,4218	1
Alternativa 3	0,16*0,24	0,16*0,37	0,16*0,16	0,16*0,32	0,1824	4
Alternativa 4	0,32*0,24	0,32*0,37	0,32*0,16	0,32*0,32	0,3648	2

Mediante el método de criterios ponderados, se selecciona la Alternativa 2 como solución ya que presenta un mayor porcentaje ponderado en comparación de las otras alternativas, la alternativa 2 contiene los siguientes elementos:

- PLC Delta DVP-12SA2
- HMI DOB- BO7PS4
- Fuente de Alimentación 24Vdc – 5A marca Delta modelo Delta DPS-200AB-186A

- Relés de 24Vdc / 220V

3.3 Desarrollo

Este apartado se enfoca en el trabajo realizado en la máquina etiquetadora, las correcciones mecánicas fueron solventadas gracias a la existencia de los respectivos repuestos en el stock de la empresa. A continuación, se detalla el trabajo realizado en las partes de electrónica y control.

3.3.1 Diseño parte Electrónica

Cables de los drivers correspondientes a los servomotores

En el apartado 3.1 se explica el inconveniente encontrado con estos elementos, para su corrección se procedió a la revisión bibliográfica del Manual de Instrucciones General de los servomotores. [32]. Estos servomotores pueden trabajar de 4 modos:

- Control de posición
- Control de velocidad
- Control de torque
- Control completamente cerrado

La velocidad de la máquina depende de la velocidad en conjunto de todos los motores, por ende, se prevé trabajar en modo de control de velocidad.

El conector del driver es un modelo Sumitomo 3M de 50 pines (figura 46), se procede a desoldar todos los cables usados anteriormente y a soldar nuevos cables en los pines que se muestran en la figura 47.



Figura 46: Conector Sumitomo 3M - 50 pines [33]

26 SI3	28 SI5	30 SI7	32 SI9	34 SO2-	36 SO3-	38 SO4-	40 SO6	42 IM	44 PULSH1	46 SIGNH1	48 OB+	50 FG
27 SI4	29 SI6	31 SI8	33 SI10	35 SO2+	37 SO3+	39 SO4+	41 COM-	43 SP	45 PULSH2	47 SIGNH2	49 OB-	
1 OPC1	3 PULS1	5 SIGN1	7 COM+	9 SI2	11 SO1+	13 GND	15 GND	17 GND	19 CZ	21 OA+	23 OZ+	25 GND
2 OPC2	4 PULS2	6 SIGN2	8 SI1	10 SO1-	12 SO5	14 SPR/ SPL	16 P-ATL /TRQR	18 N-ATL	20 NC	22 OA-	24 OZ-	

Figura 47: Pines a usar del cable del servomotor [32]

El detalle de los pines se puede apreciar en la tabla 15

Tabla 15: Pines usados en el cable

Pin Cable	Descripción	Función	Destino
26	Speed Zero Clamp Input	Establece la velocidad en 0	GND
29	Servo-ON Input	Enciende o apaga el servomotor	PLC – Y0 - Y1
31	Alarm Clear Input	Borra la condición de alarma	GND
34	Servo-Ready Output (-)	Muestra cuando el servomotor está listo para ser activado (pin negativo)	GND
7	COM+	Alimentación positiva	+24V
35	Servo-Ready Output (+)	Muestra cuando el servomotor esta listo para ser activado (pin positivo)	PLC – X4-X5
8	Negative direction over-travel inhibition input	Establece la dirección negativa del eje del servomotor	GND
9	Positive direction over-travel inhibition input	Establece la dirección positiva del eje del servomotor	GND
36	Servo Alarm Output (-)	Muestra cuando el servomotor está en condición de alarma (pin negativo)	GND
37	Servo Alarm Output (+)	Muestra cuando el servomotor está en condición de alarma (pin negativo)	PLC X6- X7

14	Velocity Command Input	Pin positivo de comando de velocidad analógico	PLC Y0 – Y2
15	Velocity Command Input (GND)	Pin negativo de comando de velocidad analógico	GND
43	Velocity Monitor Output	Muestra la velocidad análoga en el monitor del driver	GND
41	COM -	Alimentación negativa	GND

Nota: La tabla muestra solo los pines que se van a usar en el proyecto [32]

Todos los pines omitidos no tienen relevancia con respecto al proceso que van a realizar los servos motores, por ello no fueron tomados en cuenta.

El funcionamiento consta de controlar la velocidad por medio de un comando análogo de voltaje enviado desde el PLC (0-10V), el cual es convertido en el comando de velocidad digital respectivo, en el rango de 10 a 2000rpm, los parámetros del driver se configuran en base al manual de usuario y son:

Tabla 16: Parámetros relevantes del modo de control de velocidad por comando análogo

Parámetro	Rango	Unidad	Función
Pr3.00 - Configuración de velocidad, conmutación interna/externa	0 a 3	---	El controlador consta de una función interna de configuración de velocidad para el control de velocidad por medio de entradas
Pr3.01 - Dirección	0 a 1	--	Establece la dirección de giro.
Pr3.02 - Ganancia de entrada del comando de velocidad	10 a 2000	rpm / v	Configuración de la ganancia de conversión según el voltaje análogo aplicado
Pr3.03 - Polaridad del voltaje análogo de entrada	0 a 1	V	Especificación de la polaridad del voltaje aplicado al comando análogo

Fuente: [32]

El PLC utilizado cuenta con dos grupos de salidas a transistor capaces de realizar cambios de estado a una frecuencia de 100Khz (Y0 y Y2), utilizadas principalmente en el control de servomotores, realizando así un control más exacto y utilizando de manera correcta las capacidades de los servomotores.



Figura 48: Izquierda: Pines nuevos soldados, derecha: cable terminado

3.3.2 Diseño del Sistema de Control

El sistema de control consta de 2 etapas esenciales que son la etapa de fuerza y etapa de control

Etapa de Fuerza

En el Anexo A se muestra el plano de la etapa de fuerza. Los dispositivos que comprenden esta etapa son: un interruptor magnético de dos polos, un contactor de tres polos, tres variadores de frecuencia trifásicos, dos variadores de frecuencia monofásicos, una fuente de alimentación continua.

Los variadores monofásicos son el reemplazo correspondiente a los potenciómetros de precisión que se usaban previamente para el control de la velocidad de los motores GPG, las conexiones se realizaron mediante las especificaciones mostradas en [34]

Etapa de Control

El plano correspondiente a la etapa de control se muestra en el Anexo B y muestra la conexión de los elementos de tensión continua como son: PLC, los contactos de los relés, los contactos de corriente continua de los elementos de control de velocidad, así como los aisladores galvánicos, los transductores de los sensores ópticos.

Nota: Los aisladores galvánicos fueron instalados como medida de protección para los controladores de velocidad monofásicos, esta medida fue tomada bajo la recomendación del proveedor.

Programa del Sistema de Control

La programación está orientada a que el manejo total de la máquina sea por medio de la HMI. El programa está dividido en la subrutinas Manual y Automático, en ambas subrutinas se emplea un bloque de función para los motores, en la figura 49 se puede apreciar el bloque de motor del subconjunto banda transportadora con sus parámetros.

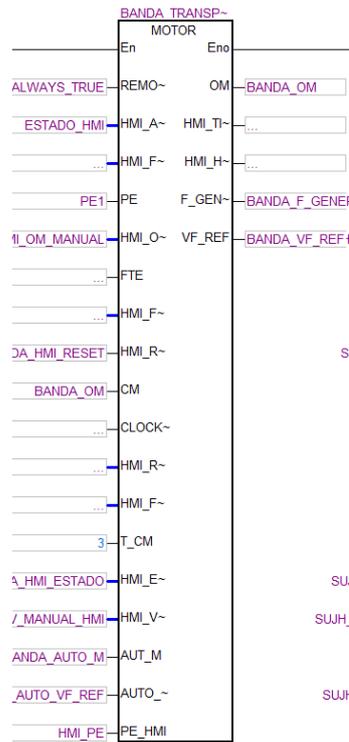


Figura 49: Bloque de función del Motor

El bloque de función del motor simplifica la programación en gran medida ya que se trabaja con cinco subconjuntos de motores, en el Anexo C se muestra la programación Ladder del bloque de función del motor, dicha programación permite encender y apagar los motores además comprende funciones como horas de trabajo del motor, referencia manual y automática para la velocidad, indicador de estado del motor (apagado, en marcha, falla),

Modo Automático

Este modo de trabajo no requiere intervención alguna del operador, salvo iniciar el proceso pulsando el botón Start en la HMI, en la figura 51 se muestra el diagrama de flujo sobre el cual se

rige la lógica del programa. A continuación, se describe el proceso paso a paso que muestra el diagrama de flujo

- Primero se establece la comunicación entre el PLC y la HMI, a través del puerto COM2 del PLC, puerto que trabaja con el protocolo Modbus RS-485, se establece: Baudios = 38400, Data Lengh = 8, Parity = Even, Stop Bits = 1, Modo ASCII y Address = 1, y tiempo de escaneo de 1000ms.

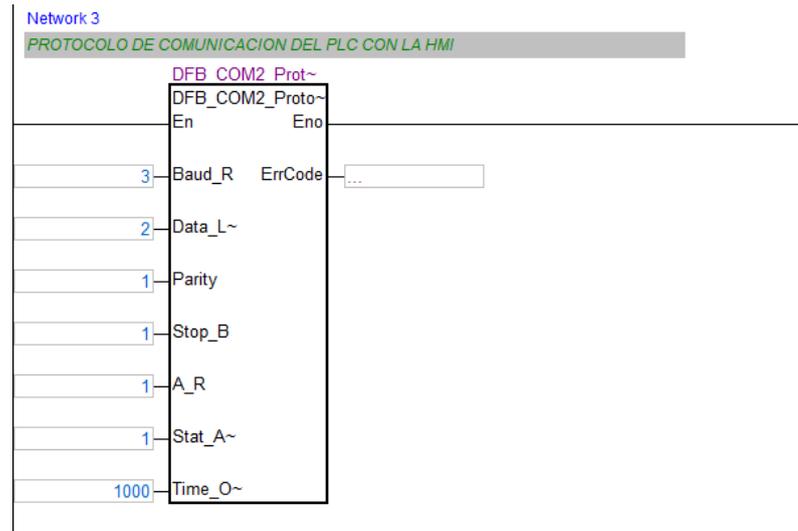


Figura 50: Comunicación PLC-HMI

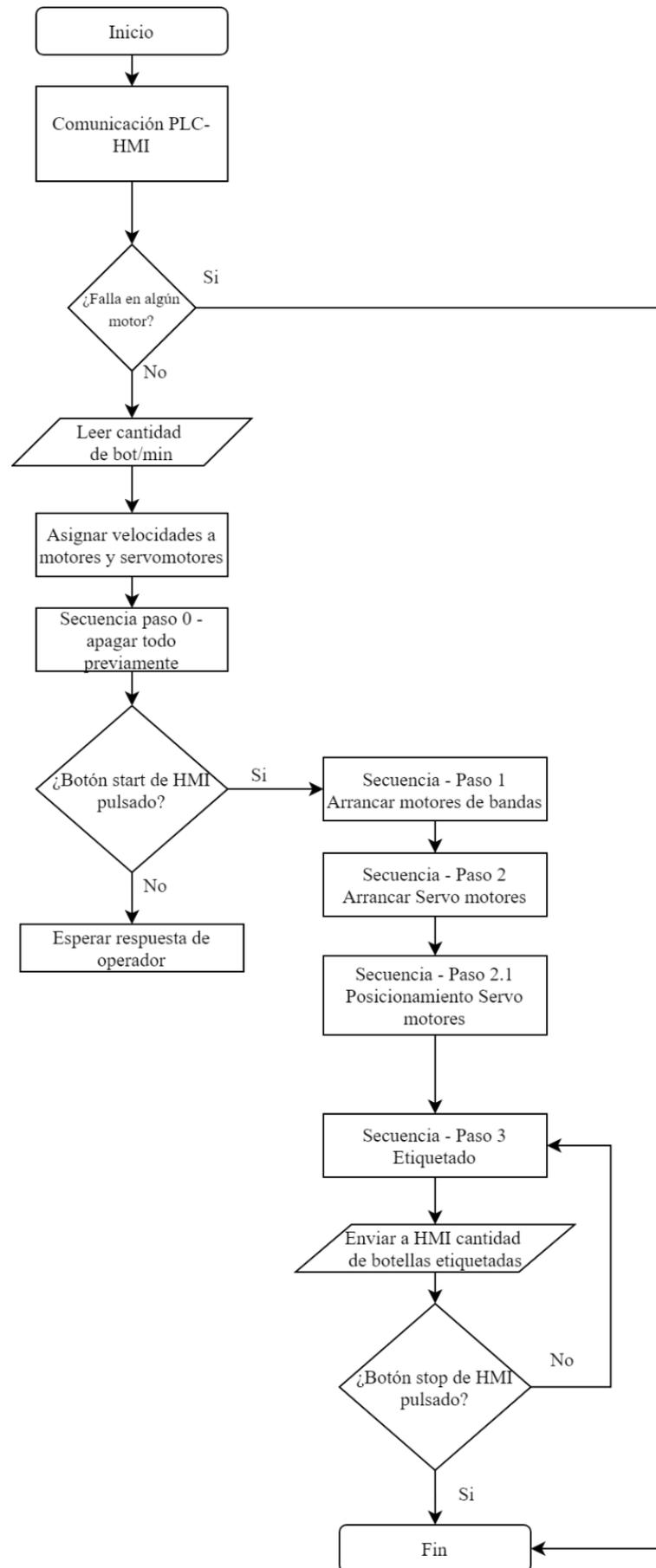


Figura 51: Diagrama de flujo Modo automático

- Se lee la cantidad de botellas que se desean etiquetar y se asigna las velocidades correspondientes a los motores y servomotores, se puede trabajar con 4 velocidades: 30bot/min, 40bot/min, 50bot/min y 60bot/min; la adquisición de estas velocidades se explica en las pruebas de funcionamiento, en el Anexo D se puede constatar esta parte del proceso en las redes 5 a 8 (ver figura 52).

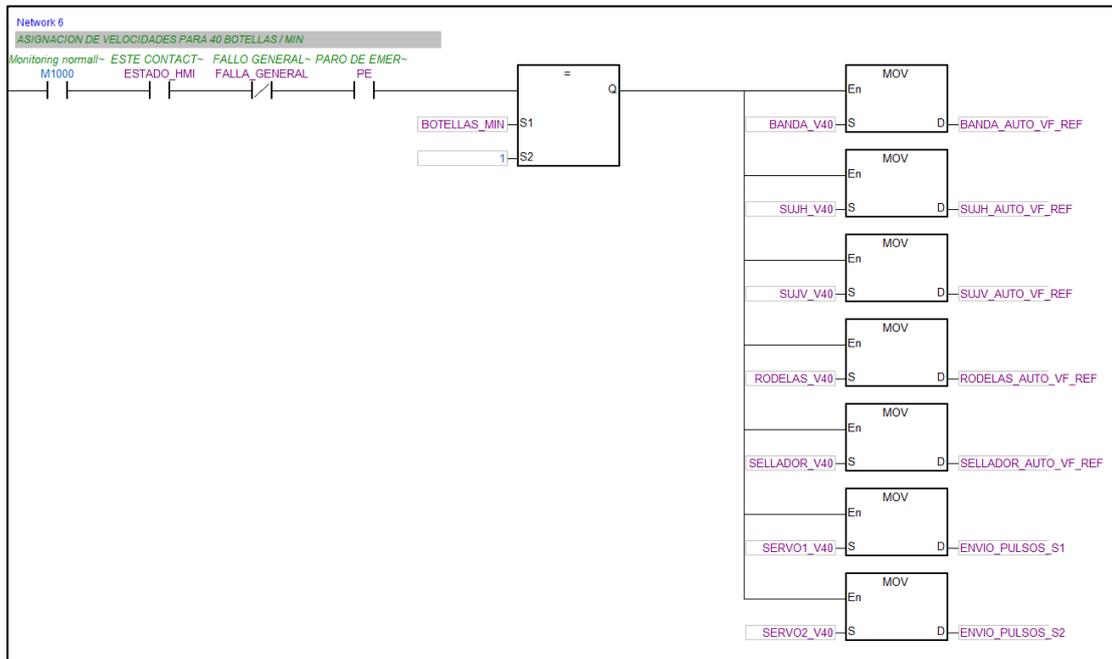


Figura 52: Captura de pantalla, Cantidad de botellas y asignación de velocidades

La asignación de velocidad para los servomotores se realiza mediante la instrucción DPLSV, según [35] esta instrucción transforma el valor de frecuencia ingresado en el operador S en una señal análoga de 0 a 10V que se escribe en el operador D1 (salidas Y0 y Y2) el rango de frecuencia va de -100KHz a 100KHz, el operador D2 establece la dirección de giro del servomotor, cuando el valor de S es positivo, D2 se desactiva y cuando S es negativo D2 se activa, la programación trabaja solo con valores positivos.

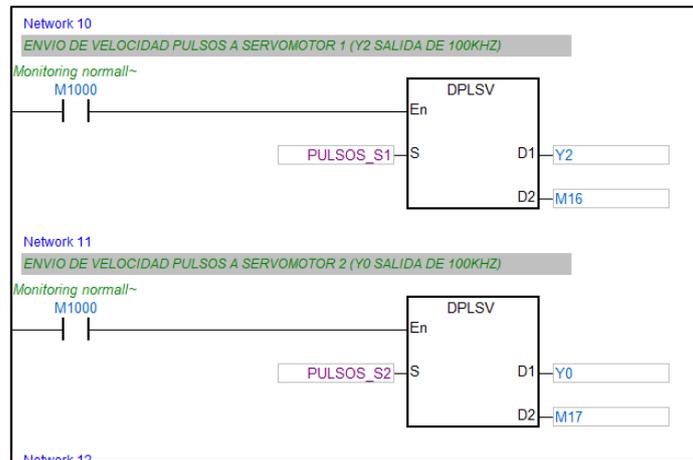


Figura 53: Captura de Pantalla, Instrucción DPLSV

- En el paso 0 se apagan todos los motores como medida previa antes de empezar con el proceso.
- En el paso 1, se arrancan los motores correspondientes a los subconjuntos: banda transportadora, sujetador horizontal, sujetador vertical y sellador. No se encienden los subconjuntos rodela como prevención en caso de haber botellas en la banda.
- El paso 2 y 2.1 se realizan simultáneamente, cada servomotor se arranca y posiciona según la señal de su sensor de etiquetas respectivo, cuando el sensor detecta el haz de luz cada servomotor se enciende moviéndose a una velocidad baja hasta que se detecta la presencia de una etiqueta, la programación se puede ver en la figura 48 y con más detalle redes 13, 14 y 15 del anexo D.

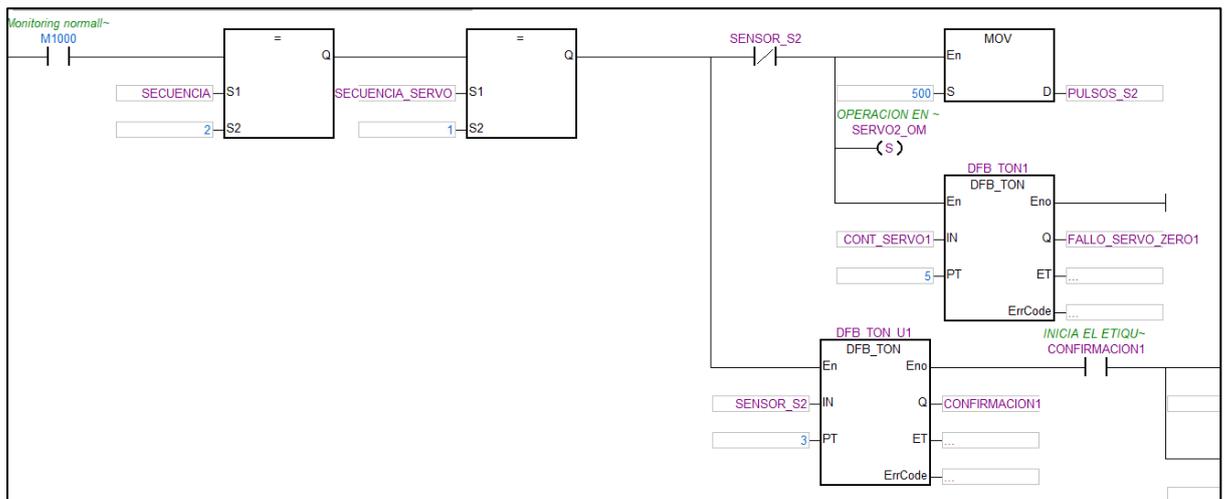


Figura 54: Captura de Pantalla, arranque y posicionamiento de servomotor1

- El paso 3 se subdivide en 3 subprocesos:

- Se enciende el motor de las rodelas permitiendo el paso de las botellas a lo largo de la banda
- El sensor de botellas al cambiar de estado, asigna la velocidad y enciende cada servomotor y mediante el mecanismo de la cuña se despegan y adhieren las etiquetas a la botella
- Cuando los sensores de etiquetas cambian de estado, la señal de sus flancos de subida detiene a los servomotores y reinicia el paso 3 (revisar red 17 y 18)
- La cantidad de botellas etiquetadas se realiza usando el flanco de bajada de la señal del sensor de botellas y la instrucción ADD, cada que detecta una botella se suma uno al contador y se guarda en la variable *botellas_etiquetadas* (ver figura 55)

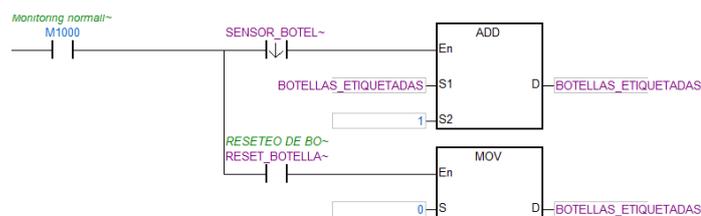


Figura 55: Captura de Pantalla, contador de botellas etiquetadas

Modo Manual

La máquina etiquetadora está programada para que inicie de manera predeterminada en modo de funcionamiento manual (ver red 12, anexo D), en este modo de trabajo el operador puede encender o apagar los motores y servomotores; y asignar el porcentaje de velocidad o pulsos para los servomotores desde las ventanas emergentes en la HMI. En la figura 56 se muestra el diagrama de flujo y a continuación se detalla:

- Se establece la comunicación entre el PLC y la HMI de la misma manera que en el modo automático
- Se verifica que los motores no presenten fallas previo a empezar el proceso
- Se procede a encender los motores y servomotores en las ventanas emergentes

- El programa lee los valores (0 a 100% para motores y 0 a 6000 para servomotores) ingresados en el recuadro *Setpoint* de las ventanas emergentes, realiza el cálculo proporcional y asigna las velocidades.
- El paso 5 comprende los mismos subprocesos que el paso 3 del modo automático, difiriendo únicamente en las variables involucradas
- Se envía el número de botellas etiquetadas al HMI
- El proceso de etiquetado manual no finaliza hasta que no se apaguen los motores y servomotores

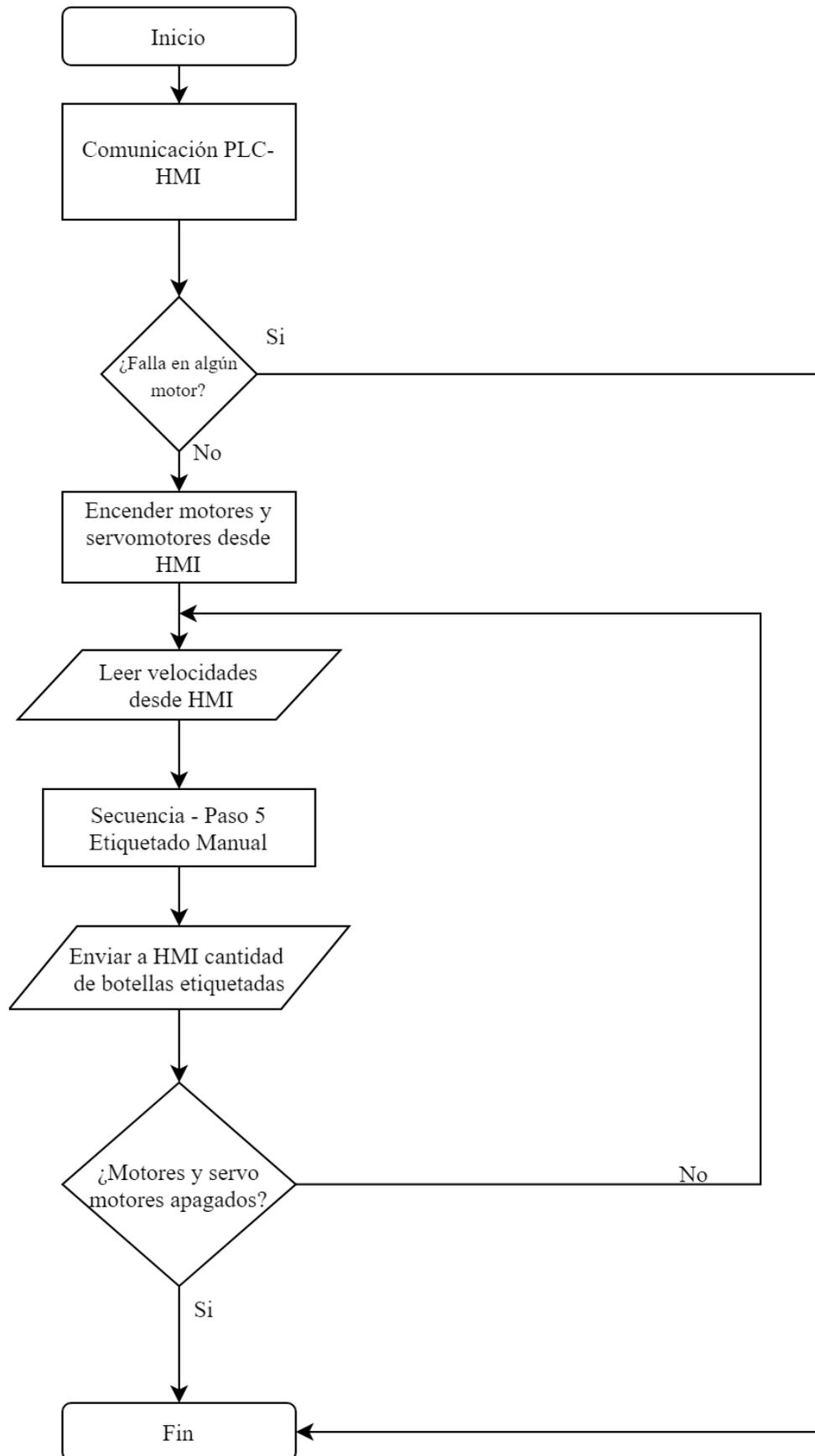


Figura 56: Diagrama de Flujo modo Manual

Cálculo proporcional de velocidades

Los valores para las velocidades de los motores de las ventanas emergentes se ingresan en un rango de 0 a 100%, previo a la asignación de la velocidad se realiza un cálculo proporcional ya que el PLC envía pulsos digitales en un rango de 0 a 4000 a los módulos de salidas analógicas

Para realizar el cálculo en la programación se usó de la instrucción SCLP, [35] explica que el funcionamiento de esta instrucción se basa en la ecuación de la recta $y = kx + b$

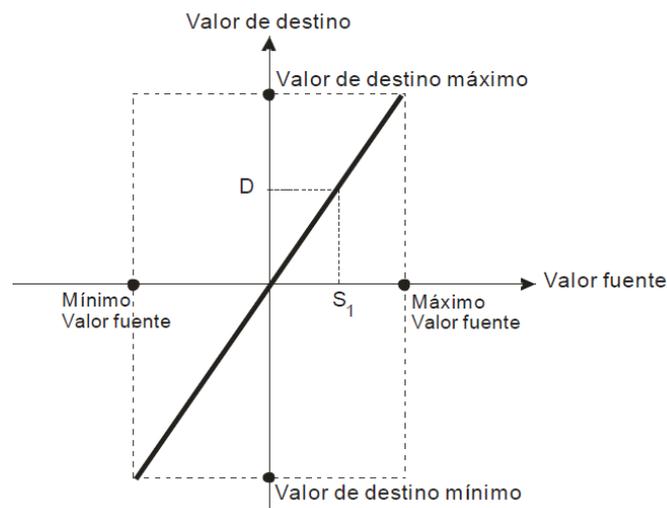


Figura 57: Funcionamiento de la instrucción SCLP

En la figura 58 se aplica la instrucción SCLP para la velocidad en modo manual de la banda transportadora, en el operador S1 se ingresa el valor establecido en el set point de la HMI, en el operador 2 se ingresa un arreglo de 4 espacios para los límites superior e inferior de la velocidad porcentual y los pulsos a enviar al motor, el valor calculado es enviado a las salidas analógicas, las cuales lo transforman en voltaje analógico, estos módulos de salidas poseen una resolución de 10V/4000pulsos. [36]

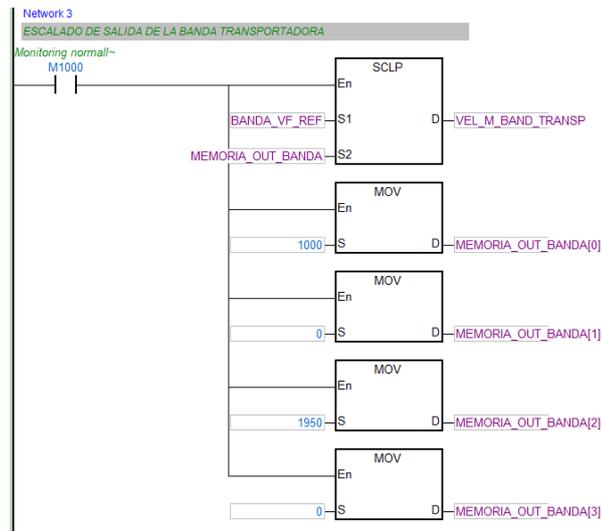


Figura 58: Captura de Pantalla, ejecución de la instrucción SCLP para la velocidad de la banda

Para apreciar con mayor detalle ver Anexo E, todas las variables usadas en la programación se encuentran en el Anexo F.

3.3.3 Diseño de la HMI

La interfaz gráfica fue desarrollada en la HMI Delta modelo DOP-B07S415 con el software DOPSoft y el enfoque del diseño fue basado en los requerimientos del cliente:

- Diseño simple
- Control total por medio de la HMI
- Modo de operación manual y automático
- Permitir configurar los valores prestablecidos para las velocidades de los motores
- Contador de botellas etiquetadas

Los siguientes apartados muestran una descripción detallada de cada pantalla.

Pantalla Principal

Esta interfaz fue diseñada tomando en cuenta pautas como usabilidad, teoría del color, navegabilidad y consistencia. La pantalla principal muestra un gráfico de la máquina con sus subconjuntos y actuadores, un menú de control, indicador de botellas etiquetadas y botones de navegación, elementos que se detallan a continuación:

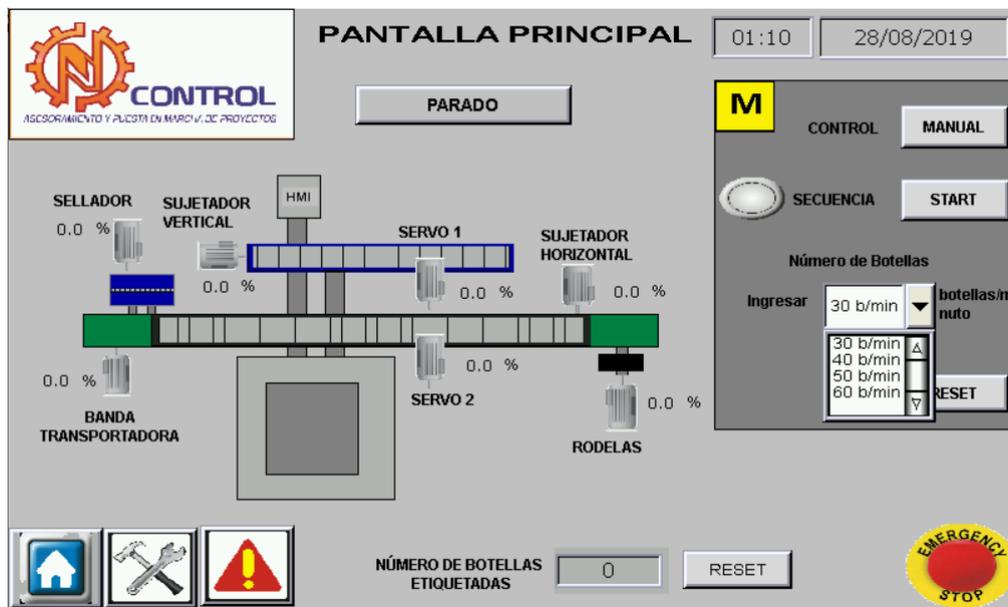


Figura 59: Captura de pantalla de la imagen: Pantalla Principal

- Fecha y hora, estos valores se toman del PLC y se sincronizan cada 60 minutos, se muestran en todas las imágenes (figura 60).

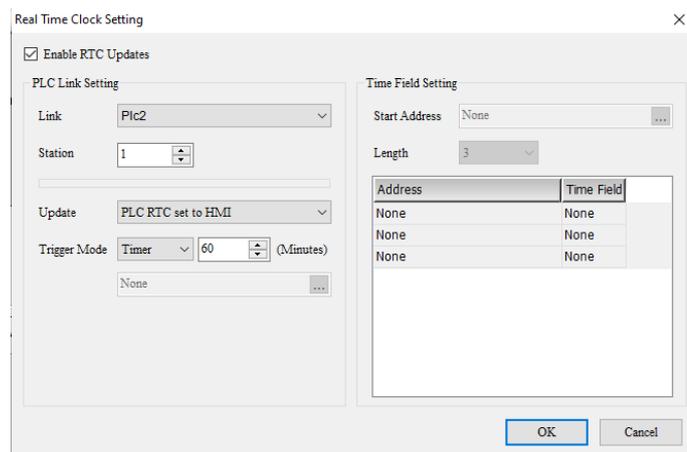


Figura 60: Sincronización de fecha y hora de la HMI con el PLC

- Los gráficos de los motores están vinculados con las variables de *HMI_Estado* de cada bloque de motor (ver red 1, anexo D), consta de 3 estados que son: parado, en marcha y en fallo. En la figura 61 se puede divisar. También constan de un indicador numérico que muestra la velocidad actual del elemento.

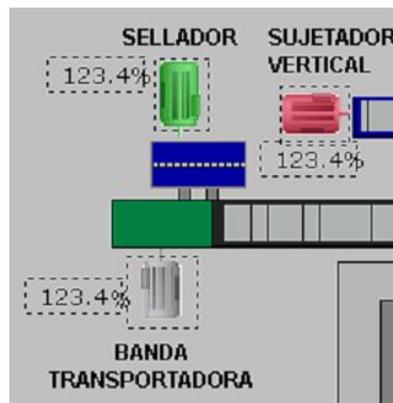


Figura 61: Estados de los motores parado (gris), en marcha (verde), en falla (rojo)

- El menú de control posee un recuadro de la esquina superior izquierda que muestra la letra inicial del modo en que se está trabajando, está vinculada a la variable *Estado_Secuencia* (ver red5, anexo D), los estados de esta variable se aprecian en la imagen 62.



Figura 62: Estados de indicador de modo de trabajo

- El gráfico del foco está vinculado con la variable *Estado_Secuencia* (ver redes 13, 14 y 20, anexo D) y posee tres estados como se aprecian en la figura 63.



Figura 63: Led indicador de estado de secuencia, apagado, en marcha y fallo.

- *Modo Manual*, cuando se trabaja en este modo la lista de *botellas/minuto* se bloquea debido a que no se usa en esta parte, el control de los motores y servomotores se ejecuta a través de las ventanas emergentes que se activan al presionar los gráficos de los elementos.



Figura 64: Ventana emergente para control de motor del Sellador

Estas ventanas emergentes permiten encender y apagar motores, resetear los motores, establecer una velocidad porcentual, ver la velocidad actual de trabajo y ver las horas de trabajo del elemento, Estas funciones de la ventana emergente se vinculan a cada bloque de función de motor.

- Modo automático, se activa presionando el botón de Control y al activarse bloquea las ventanas emergentes de cada elemento, se habilita el listado de la cantidad de botellas por minuto y al presionar *Start* inicia la secuencia de etiquetado.



Figura 65: Menú de Control en modo automático

- El paso en el cual se encuentra el proceso se muestra en el indicador central de la pantalla, se vincula con la variable *Secuencia* y posee 5 estados que se muestran en la figura 66.



Figura 66: Estados del indicador central

- Reset, reinicia el proceso de etiquetado automático (solo funciona en este modo)
- Paro de emergencia, interrumpe y finaliza el programa indistintamente del modo de trabajo en el que se esté.
- Número de botellas etiquetadas, aquí se puede visualizar la programación de la figura 55.
- Botones de navegación, el botón Home regresa a la página principal; el botón Configuraciones abre la imagen donde se pueden editar las velocidades preestablecidas.

Configuración de Velocidades

Esta pantalla tiene como finalidad poder cambiar, de ser necesario, el porcentaje de velocidad preestablecido para las cantidades de botellas por minuto. Los puntos de ajuste (setpoint) se vinculan a las variables del bloque de función de motor de igual manera que el indicador de velocidad actual.

Nota: En esta pantalla se puede configurar la velocidad porcentual de cada motor para cierta cantidad de botellas, si se desea cambiar los límites de pulsos con los cuales se hace el cálculo proporcional se debe cambiar en el programa el valor inicial de las variables de dichas velocidades.

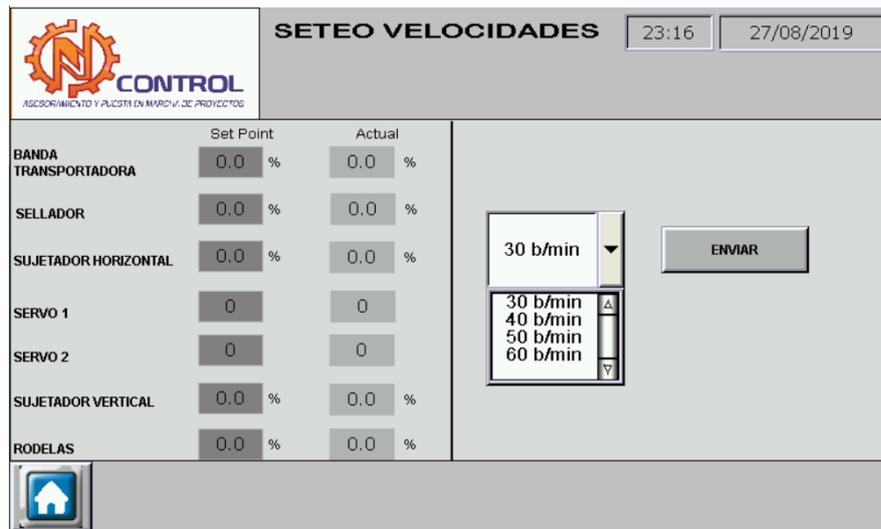


Figura 67: Configuración de Velocidades

Alarmas

La imagen Lista de alarmas muestra las que se activan durante el proceso, se pueden resetear con el botón *Reset Alarma* siempre y cuando hayan sido solucionadas.



Figura 68: Pantalla de Alarmas

Las alarmas se añaden a los bits de una dirección interna del programa de la HMI, para hacer esto se ingresa al menú Opciones de la barra de Herramientas y seguido la opción *Alarm Setup* en la figura 69 se puede constatar este proceso, además, en esta ventana se pueden configurar los parámetros los movimientos del banner de alarma activada

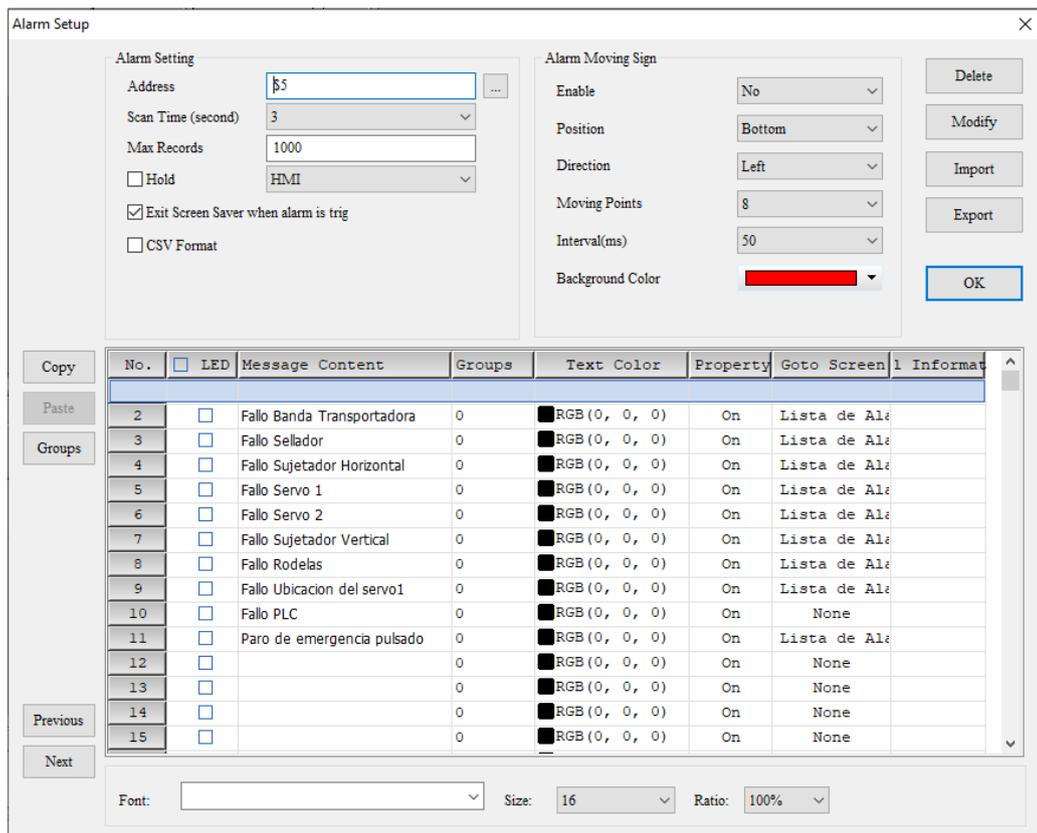


Figura 69: Almacenamiento de alarmas en dirección interna

Las alarmas se encienden bajo la lógica de programación puesta en el BackGround Macro, como se aprecia en la figura 70.

```

[&Background Macro]
1 IF {Plc2}1@M100 == ON
2   BITON $5.0
3 ENDIF
4 IF {Plc2}1@M213 == ON
5   BITON $5.1
6 ENDIF
7 IF {Plc2}1@M293 == ON
8   BITON $5.2
9 ENDIF
10 IF {Plc2}1@M233 == ON
11   BITON $5.3
12 ENDIF
13 IF {Plc2}1@X5 == ON
14   BITON $5.4
15 ENDIF
16 IF {Plc2}1@X6 == OFF
17   BITON $5.5
18 ENDIF
19 IF {Plc2}1@M253 == ON
20   BITON $5.6
21 ENDIF
22 IF {Plc2}1@M273 == ON
23   BITON $5.7
24 ENDIF
25 IF {Plc2}1@M119 == ON
26   BITON $5.8
27 ENDIF
28 IF {Plc2}1@M1001 == ON
29   BITON $5.9
30 ENDIF
31 IF {Plc2}1@X1 == OFF
32   BITON $5.10
33 ENDIF

```

Figura 70: Código del background macro de las alarmas

Histórico de Alarmas

El histórico de alarmas consiste en el registro de los fallos que han sucedido en los elementos de los subconjuntos de la máquina etiquetadora, como se ilustra en la figura 71.



Figura 71: Histórico de Alarmas

El manual de usuario de la interfaz se presenta en el Anexo G.

Capítulo IV

Resultados

4.1 Pruebas de Funcionamiento

Una vez instalados todos los equipos y realizada la programación se procede a las pruebas de funcionamiento; en primera instancia se establecieron velocidades teóricas para las diferentes botellas, se establecen los valores prestablecidos correspondientes y se procede a alimentar de botellas la máquina.

Para establecer las velocidades teóricas se tomó en cuenta como referencia al motor correspondiente al subconjunto del sujetador vertical, anteriormente se detalló que el reductor de este motor es de 50rpm, siendo el limitante de la velocidad de toda la máquina, es decir, la velocidad del resto de motores debe adaptarse a la velocidad máxima de este equipo.

Se procedió a conectar los motores a las salidas análogas del módulo DVP-06XA del PLC, en la figura 72 se muestra la programación que habilita (red 6) y escribe (red 7) esa salida analógica. Cuando el motor del subconjunto del sujetador vertical está trabajando a su máxima potencia, su variador de frecuencia (VF3) marca 50Hz, y la lectura analógica de este motor en el PLC muestra 4000 pulsos como máximo.

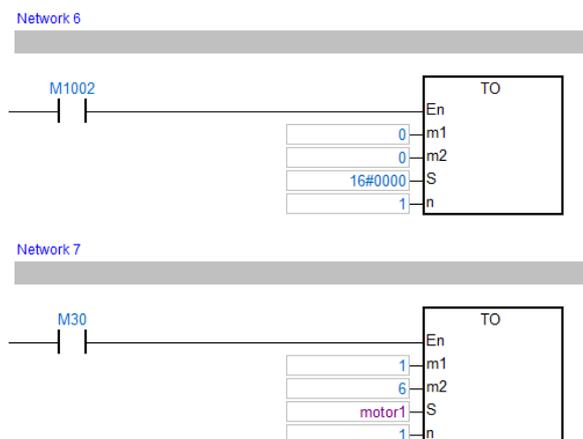


Figura 72: Captura de Pantalla, programa para enviar pulsos



Figura 73: Programa usado para determinar las velocidades

Se procedió a tomar las velocidades del resto de subconjuntos de manera empírica, en la tabla 17 se muestran los parámetros encontrados. Cuando se estableció los máximos para el resto de subconjuntos se pudo constatar que se pueden etiquetar 60 botellas por minuto, por ende, no fue necesario reemplazar reductores o motores ya que se cumplen las especificaciones del proyecto en cuanto a la cantidad de botellas a etiquetar

Tabla 17: Parámetros de velocidad motores

Subconjuntos	Banda		Sujetador Horizontal		Sujetador Vertical		Rodelas		Sellador	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Limites Hz	12,2	24,3	10,2	20,3	25	50		12,4		
Pulsos	1015	1950	813	1550	2000	4000	320	380	1750	3500
Botellas	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60
Porcentaje	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100

Debido a que la relación entre la frecuencia y los rpm no es lineal se procede a hacer uso de una instrucción SCLP en la programación, (véase apartado 3.3.2)

Las pruebas de funcionamiento se realizaron en forma manual, etiquetando libremente y a diferentes velocidades individuales de los subconjuntos; y en forma automática, etiquetando en base a las velocidades establecidas en la HMI (30, 40, 50 y 60 Botellas/minuto). El resumen de estas pruebas se puede observar en la tabla 18.

Tabla 18: Resumen de las pruebas de funcionamiento

Pruebas de Etiquetado (modo automático)		
Velocidad del Proceso (botellas/minuto)	Resultado	
	Botellas Correctas	Botellas Incorrectas
30	29	1
40	40	0
50	48	2
60	57	3

Las botellas que salieron de forma incorrecta se deben a la geometría de la etiqueta frontal, presenta una forma irregular que causa tensiones en ciertas partes de la misma al estar en el proceso de etiquetado, generando ondulaciones al momento de salir de la cuña y quedarse fijada en la botella, eso se puede reducir hasta cierto punto mediante el control de velocidad, pero en su mayoría esta tensión debe ser controlada por medio de ajustes mecánicos, en la figura 74 se aprecia lo antes mencionado.



Figura 74: Botellas resultantes de las primeras pruebas

Para comprobar lo antes mencionado se procedió a realizar un ciclo de etiquetado con dos etiquetas rectangulares, sin hacer cambios en los ajustes mecánicos, obteniendo resultados positivos.



Figura 75: Irregularidades en la etiqueta

4.2 Análisis de Resultados

Para este análisis se hace la comparación del proceso de etiquetado de la máquina a diferentes velocidades con el proceso realizado por operadores. No se hace la comparación con el modo de trabajo manual debido a que este modo sirve más para poder calibrar las velocidades en conjunto de los motores. En la siguiente tabla se muestra esta comparación.

Tabla 19: Producción Operador vs Máquina:

Producción	Botellas/minuto	Botellas/hora	Botellas/jornada
Operador	4	240	1920
Máquina velocidad 1	30	1800	14400
Máquina velocidad 2	40	2400	19200
Máquina velocidad 3	50	3000	24000
Máquina velocidad 4	60	3600	28800

En la figura 76 se puede constatar que las especificaciones referentes a la producción fueron cumplidas a cabalidad.

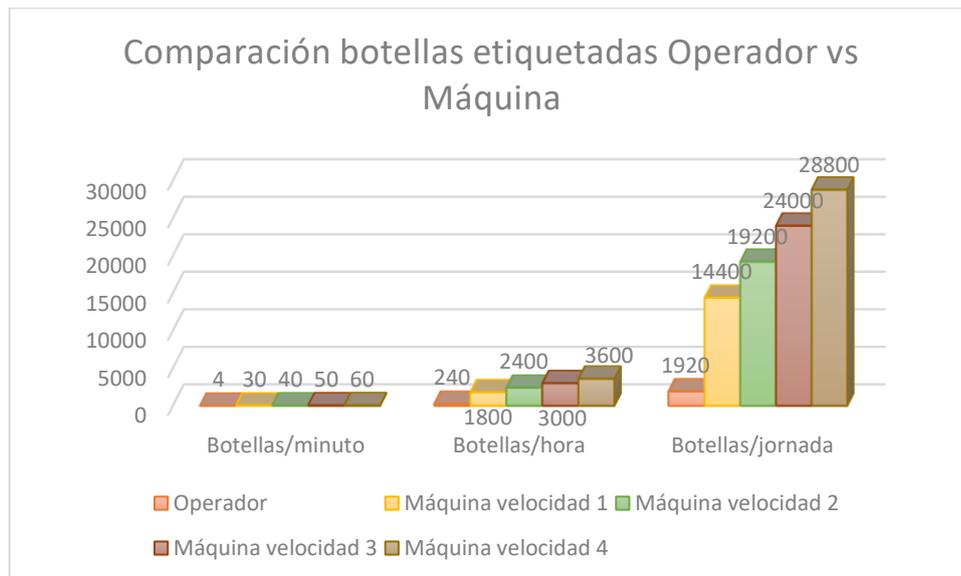


Figura 76: Barras comparativas de producción operador vs máquina

En caso que la empresa Uyamá Farms decida aumentar la cantidad de toneladas de aguacate destinadas a la producción de botellas de aceite, la máquina etiquetadora cumpliría de manera efectiva con la producción máxima.

La funcionalidad de la máquina, el análisis de resultados conjuntamente con la carta de satisfacción entregada por parte de la empresa (ver Anexo H) validan el cumplimiento de las especificaciones.

4.3 Análisis Financiero

El análisis financiero determina el costo total correspondiente a la automatización de la máquina etiquetadora de botellas, para el cálculo del análisis financiero se utilizan los costos directos e indirectos inmersos en el proyecto.

4.3.1 Costos directos

Corresponden a los materiales que fueron adquiridos para la automatización de la máquina, el detalle de los mismos se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Costos directos del proyecto

Costos Directos			
Descripción	Unidad	Costo unitario	Costo total
PLC Delta DVP-12SA2	1	\$435,00	\$435,00
Cable USB PLC Delta DVP-12SA2	1	\$20,00	\$20,00
HMI Delta DOB- BO7PS4	1	\$225,00	\$225,00
Fuente de Alimentación Delta DPS-200AB-186A	1	\$45,00	\$45,00
Relé 220V	5	\$13,00	\$65,00
Barra de distribución eléctrica	1	\$10,00	\$10,00
Total			\$800,00

4.3.2 Costos Indirectos

Corresponden a los materiales utilizados para la automatización de la máquina etiquetadora, ver tabla 21.

Tabla 21: Costos Indirectos

Costos Indirectos			
Descripción	Unidad	Costo unitario	Costo total
Cable AWG #20	1	\$20,00	\$20,00
Cable AWG #14	1	\$20,00	\$20,00
Ponchadora	1	\$15,00	\$15,00
Terminales de horquilla	1	\$3,00	\$3,00
Etiquetadora de cables	1	\$45,00	\$45,00
Módulo de E/S Digitales Delta DVP-16SP	1	\$120,00	\$120,00
Módulo de E/S Mixto Delta DVP-06XA	1	\$100,00	\$100,00
Módulo de Salidas Analógicas Delta DVP-04DA	1	\$125,00	\$125,00
Investigación (teórica, exploratoria)	1	\$45,00	\$45,00
Varios (impresiones, pasajes, etc)	1	\$50,00	\$50,00
Total			\$543,00

4.3.3 Costo Total

El costo total corresponde a la suma de los costos directos e indirectos del proyecto, en la tabla 22 se puede apreciar el detalle de los mismos.

Tabla 22: Costo Total

Costo Total			
Descripción	Unidad	Costo unitario	Costo total
Costos Directos	1	\$800,00	\$800,00
Costos Indirectos	1	\$543,00	\$543,00
Total			\$1.343,00

La automatización de la máquina etiquetadora de botellas de aceite de aguacate comprendió un costo total de \$1333 dólares, valor por debajo del presupuesto estimado, esto se debe a que en el levantamiento del estado actual de la máquina (ver apartado 3.1.) se determinó que existen elementos que pueden continuar operando con eficiencia; por ende, los costos fueron menores.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Mediante el levantamiento del estado actual de los elementos de la máquina etiquetadora, se pudo determinar: qué elementos debían ser reemplazados y qué elementos se encuentran trabajando con normalidad.
- Se logró la integración entre los equipos antiguos y nuevos corrigiendo las fallas del tablero eléctrico de la máquina
- La programación del nuevo PLC y HMI trabajan en sinergia con el resto de elementos, teniendo un manejo sincronizado y satisfactorio de los motores y servomotores al momento de efectuarse el proceso de etiquetado
- Las pruebas de funcionamiento esclarecieron pequeñas correcciones con respecto a la posición de los subconjuntos: sujetador vertical, sujetador horizontal, sellador y cuñas, además hizo evidente que la forma del diseño de la etiqueta provoca errores repetitivos en el proceso
- Las especificaciones de Uyamá Farms S.A. fueron cumplidas de manera adecuada y eficiente; la máquina presenta una mejora del 750% (a velocidad baja) y del 1500% (a velocidad alta) en comparación con el trabajo de los operarios más experimentados en el proceso de etiquetado manual, de esta manera se desvincula al proceso de etiquetado como cuello de botella de la línea de producción

5.2 Recomendaciones

- Realizar una conexión a tierra desde el cuadro de distribución hacia la máquina etiquetadora, con la finalidad de evitar problemas de alteraciones de voltaje y corriente presentes en las instalaciones industriales (este problema afectó al tablero de la máquina anteriormente).
- Se recomienda tener un stock de repuestos de la máquina ya que en su mayoría existe desgaste en materiales blandos, como bandas y rodillos; además reforzar la fijación de los pernos de ajuste, así como los puntos de recorrido de la etiqueta, de esta manera las botellas se trasladan de manera más eficiente a lo largo de la banda transportadora.
- Mantener uno o dos operadores a cargo de la máquina, para que con el conocimiento adquirido con manual de usuario acerca del funcionamiento de la máquina, puedan lograr las configuraciones correspondientes, sin alterar parámetros importantes, es decir que no más de dos personas tengan acceso a la parametrización de la misma.
- De ser posible cambiar el diseño de la etiqueta que facilite el proceso de etiquetado, o que disminuya las tensiones causadas por la forma irregular de la misma al momento de separarse de la bobina de etiquetas.
- Para investigaciones futuras se recomienda añadir una estación de impresión de fechas de elaboración y caducidad a la línea de producción de botellas de aceite de aguacate
- Establecer una pantalla principal para el control general de todo el proceso, desde el lavado de botellas hasta la impresión de datos de producción. Además, para recabar información estadística relevante con el proceso de producción de botellas de aceite de aguacate.

Bibliografía

- [1] F. R. O. Sosa, «Diseño, construcción y automatización de un sistema de etiquetado de envases PET para proceso de producción de bebidas de la empresa Yoguis S.R.L (Tesis de Pregrado),» Arequipa, 2017.
- [2] C. D. Granda Heredia y W. E. Moreano Sinchiguano, «Diseño e implementación de una máquina etiquetadora automática de empaques promocional para la línea de producción Odin 1 (Planta Fluff). (Tesis de Pregrado),» Latacunga, 2019.
- [3] F. D. C. Cholota, «Estudio de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar la productividad en el prototipo de embotelladora en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. (Tesis de Pregrado),» Ambato, 2013.
- [4] F. C. Gómez de León, «Tecnología del mantenimiento industrial,» de *Mecanismos de Fallo y Conceptos Asociados*, Murcia, Servio de Publicaciones, Universidad de Murcia, 1998, p. 45.
- [5] A. G. Higuera, «El Control Automático en la Industria,» de *Niveles de Automatización*, La Mancha, Ediciones de la Universidad de la Mancha, 2005, p. 23.
- [6] Mira Naturals, «Mira Naturals - Uyamá Famrs S.A.,» [En línea]. Available: <http://miranaturals.com/quienes-somos/>. [Último acceso: 5 11 2019].
- [7] Telios Nutrition Group, «TECNOLOGIA PARA ETIQUETADO TERMOENCOGIBLE,» 15 08 2015. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=I8y5SUTIsFQ>. [Último acceso: 18 01 2020].
- [8] C. D. C. & d. N. d. Bogotá, «Etiqueta, envase, empaque y embalaje,» G D. I., Bogotá, 2010.

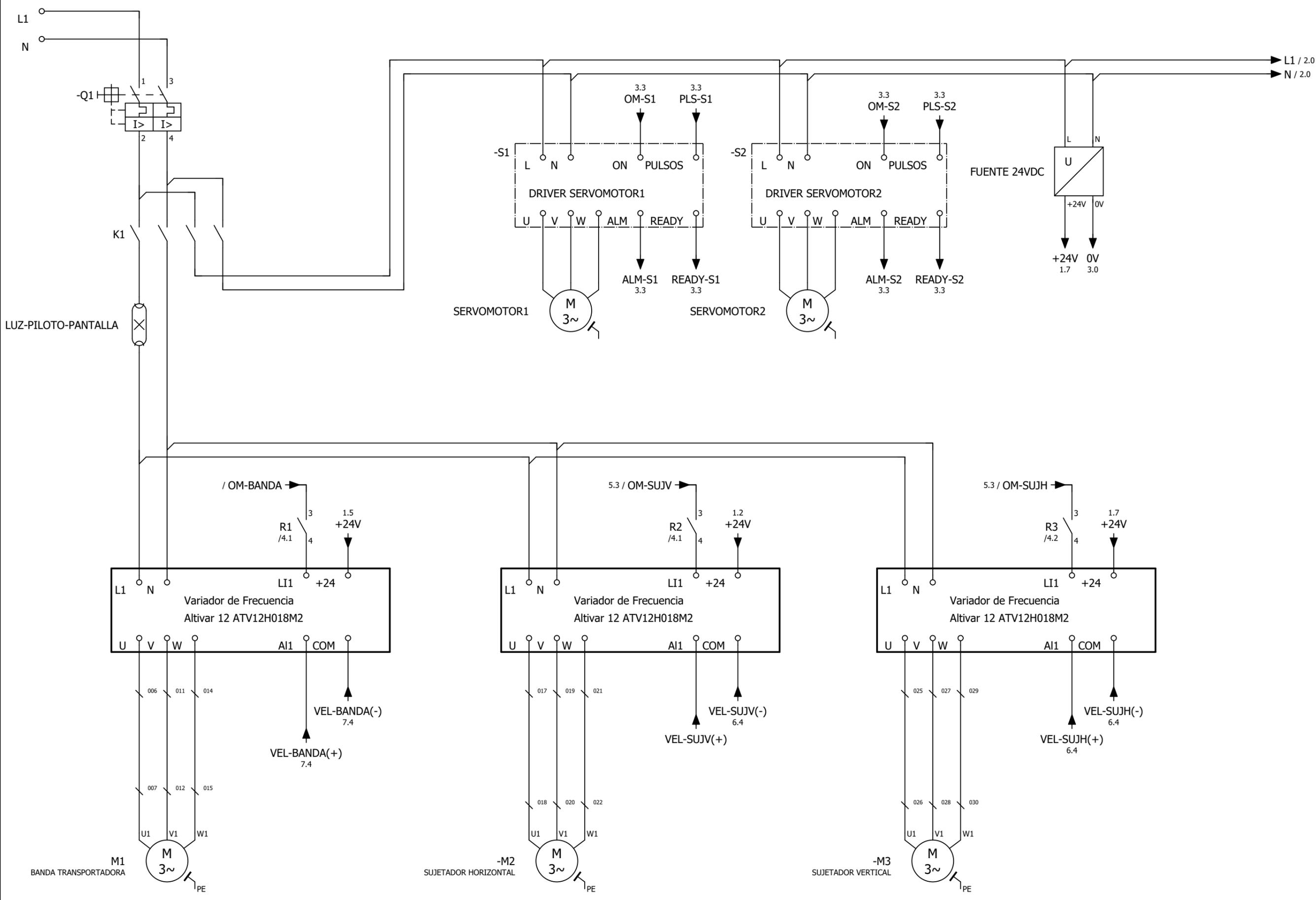
- [9] EuroNow, «Impresión de Etiquetas con Flexografía,» 18 06 2019. [En línea]. Available: <https://medium.com/@empresa98/impresión-de-etiquetas-con-flexografía-8a0166f9db41>.
- [10] R. Sanleon, «Guía Técnica de Envase y Embalaje,» [En línea]. Available: <http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/V02wn/Etiquetas%20?Opendocument&lang=>.
- [11] H. Cruz, «México: Asociación Mexicana de Envase y Embalaje,» *Mundo Alimentario*, pp. 29-31, Diciembre 2006.
- [12] Mass Impresiones, «Etiqueta Autoadhesiva Prolpropileno,» [En línea]. Available: <https://www.massimpresiones.cl/en-rollo/58-etiqueta-autoadhesiva-pp-3.html>.
- [13] GMG Etiquetadoras, «GMG Flexible Labelling Solutions,» [En línea]. Available: <http://www.gmgetiquetadoras.com/aneto-cold-glue-rotary-labeller/?lang=en>
<http://www.gmgetiquetadoras.com/aneto-cold-glue-rotary-labeller/?lang=en>.
[Último acceso: 12 marzo 2020].
- [14] Allen Plastic Industries Co. Ltd., «Una solución completa de etiquetas de manga contraíble,» 06 2016. [En línea]. Available: <http://www.elempaque.com/temas/Una-solucion-completa-de-etiquetas-de-manga-contraible+112795>.
- [15] J. A. H. Nieto, «Diseño y Construcción de una máquina etiquetadora semiautomática para botellas cilíndricas con etiquetas autodhesivas (Tesis de Pregado).,» Quito, 2017.
- [16] Hubei HYF Packaging Co., Ltd., «Etiqueta colorida suave de la manga del abrigo de la película de encogimiento BOPS/OPS para el paquete de la botella de la bebida,» [En línea]. Available: <http://spanish.shrinkfilmroll.com/sale-9557851-custom-printed-bops-ops-shrink-sleeve-label-wrap-heat-sensitive-for-daily-necessities.html>.

- [17] «La importancia de las máquinas etiquetadoras en los procesos productivos,» [En línea]. Available: <https://www.industrialcodymexico.com/las-maquinas-etiquetadoras/>. [Último acceso: 18 11 2019].
- [18] Didac Mendez, «Maquina Etiquetadora Lineal,» [En línea]. Available: <https://www.didacmendez.com/categorias/etiquetadoras-lineales>.
- [19] «Etiquetadoras Modulares y Combinadas,» Della Toffola, [En línea]. Available: <https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/embotellado-y-ensado/Etiquetadoras-para-mas-de-6000-Bph/Etiquetadoras-para-mas-6000-Bph/Etiquetadoras-modulares-y-combinadas>.
- [20] I. Cody, «¿Qué tipo de máquinas etiquetadoras de productos debo elegir?,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.industrialcodymexico.com/que-tipo-de-maquinas-etiquetadoras-de-productos-debo-elegir/>.
- [21] Hanchen, «Máquina Etiquetadora Manual,» [En línea]. Available: <https://www.amazon.es/Hanchen-Etiquetadora-Botellas-Etiquetar-Redondas/dp/B07S7C9HWF>.
- [22] Jesús Espier, «Máquina etiquetadora semiautomática,» [En línea]. Available: <https://jesusespierrez.com/producto/etiquetadora-semiautomatica-flexlabeller/>.
- [23] G&G Packing Systems, «Etiquetadoras para envases cilíndricos, planos, ovales, etc,» [En línea]. Available: <http://www.gycpackaging.com.ar/sistemas/3>.
- [24] H. D. Vallejo, «Los Controladores Lógicos Programables,» *Saber Electrónica*, n° 166, pp. 4-5.
- [25] O. M. Fernández, «¿Qué es un controlador lógico LOGO?,» 2017. [En línea]. Available: <http://codigoelectronica.com/blog/que-es-un-plc-siemens-logo>.

- [26] ABB, «¿Qué es un variador de frecuencia? Definición, cómo funciona, características y ventajas,» [En línea]. Available: <https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador>.
- [27] Aula21, «Que es y que hace un Variador de Frecuencia,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/que-es-variador-de-frecuencia/>.
- [28] R. Pallás, *Sensorres y Acondicionadores de Señal*, Marcombo, 2012.
- [29] C. Riba, *Diseño Concurrente*, Cataluña: Edicions UPC, 2002.
- [30] Panasonic, «FP-X User's Manual,» [En línea]. Available: https://www.panasonic-electric-works.com/cps/rde/xbcr/pew_eu_en/mn_63489_0013_es_fpx_hardware_europe.pdf.
- [31] G. Cevallos Calapi y X. Sánchez Paredes, «PROPUESTA DE EXPORTACIÓN DE ACEITE DE AGUACATE AL MERCADO JAPONÉS POR PARTE DE LA EMPRESA UYAMÁ FARMS S.A DEL CANTÓN MIRA PROVINCIA DEL CARCH (Tesis Pregrado),» Quito.
- [32] Panasonic, «Operation Instruction (Overvall) AC Servo Motor and Driver Minas A5II / A5 Series,» Osaka, 2009.
- [33] 3M, «3M™ Mini D Ribbon (MDR) Connectors,» [En línea]. Available: <https://www.tme.eu/Document/8c56c79b6aadbca0b74a461ac65b25cb/556506.pdf>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- [34] J. A. Ltd., «Manual Speed Controller Series SK,» 2018.
- [35] D. E. Inc., «Manual de Operación DVP-ES2/EX2/SS2/SA2/SX2,» Taoyuan.
- [36] Delta, «Hoja de datos Módulo de Salida Análoga DVP-04DA-S,» [En línea]. [Último acceso: 27 Octubre 2019].

ANEXOS

ANEXO A



Fecha	13/2/2020
Resp	Jahir Campoverde
Probado	
Original	Revisión

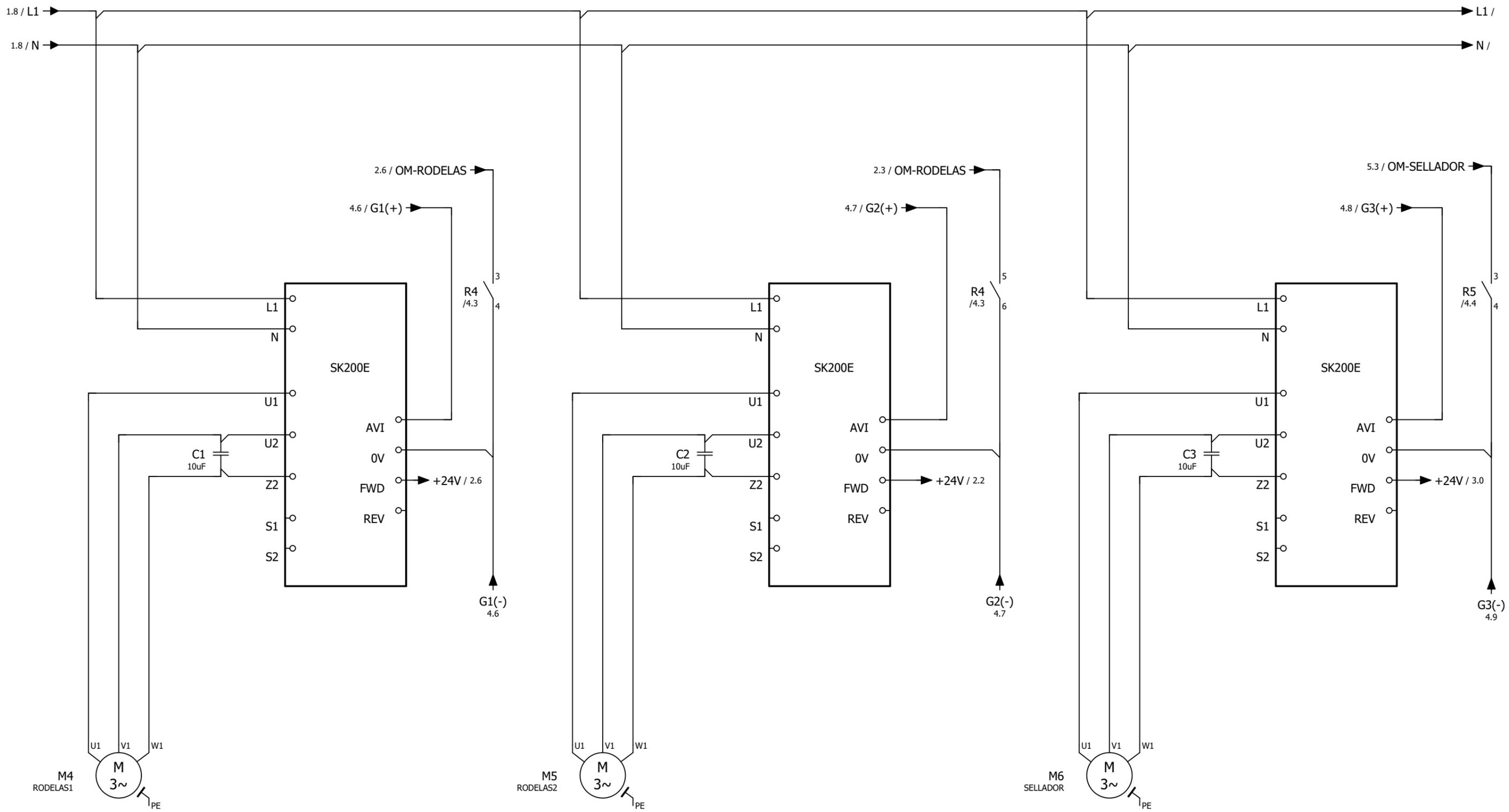


FUERZA



Proyecto
Máquina Etiquetadora

Página
1 / 7



Fecha	13/2/2020
Resp	Jahir Campoverde
Probado	
Cambio	Fecha
	Nombre
Original	Revisión



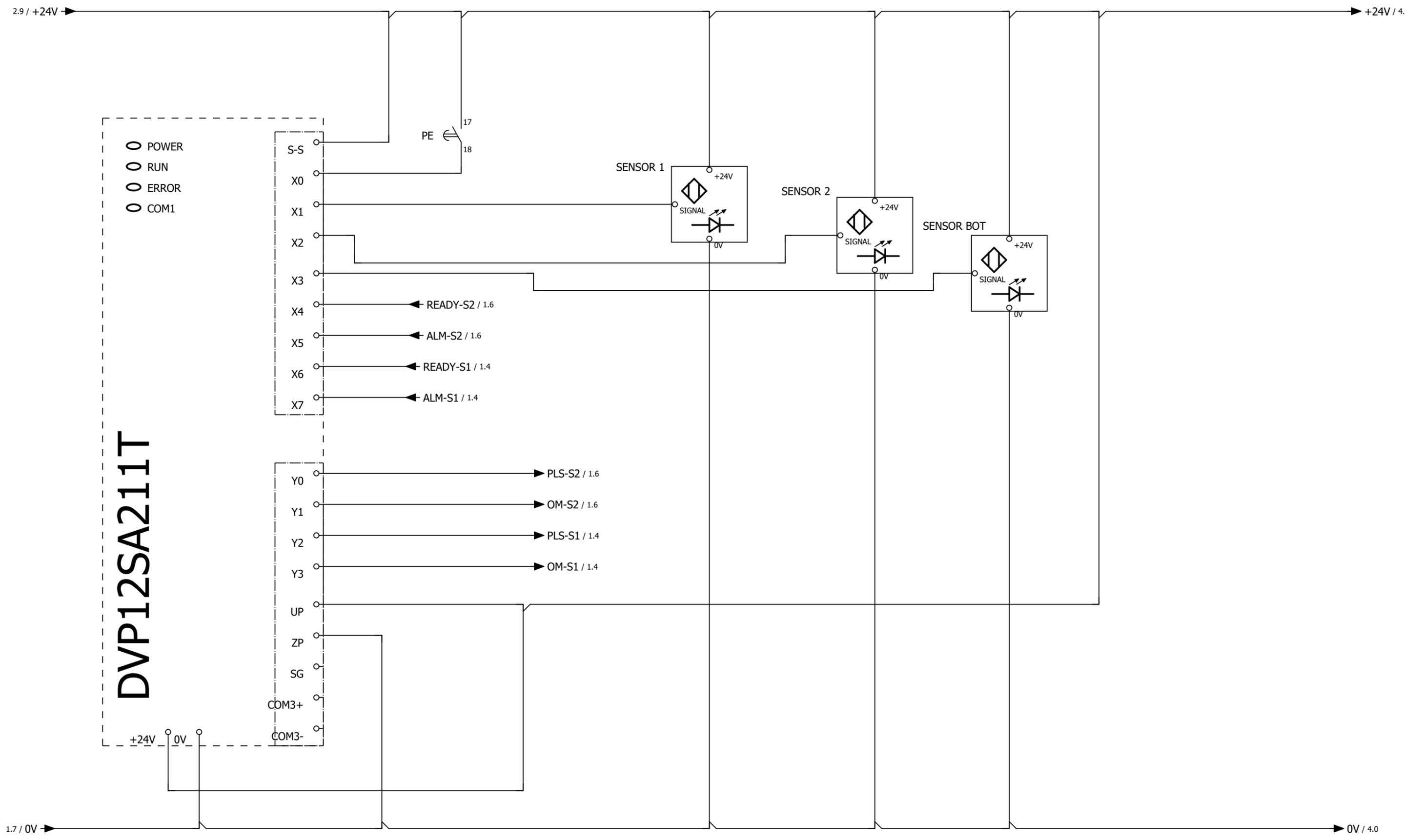
FUERZA



Proyecto
Máquina Etiquetadora

Página
2 / 7

ANEXO B

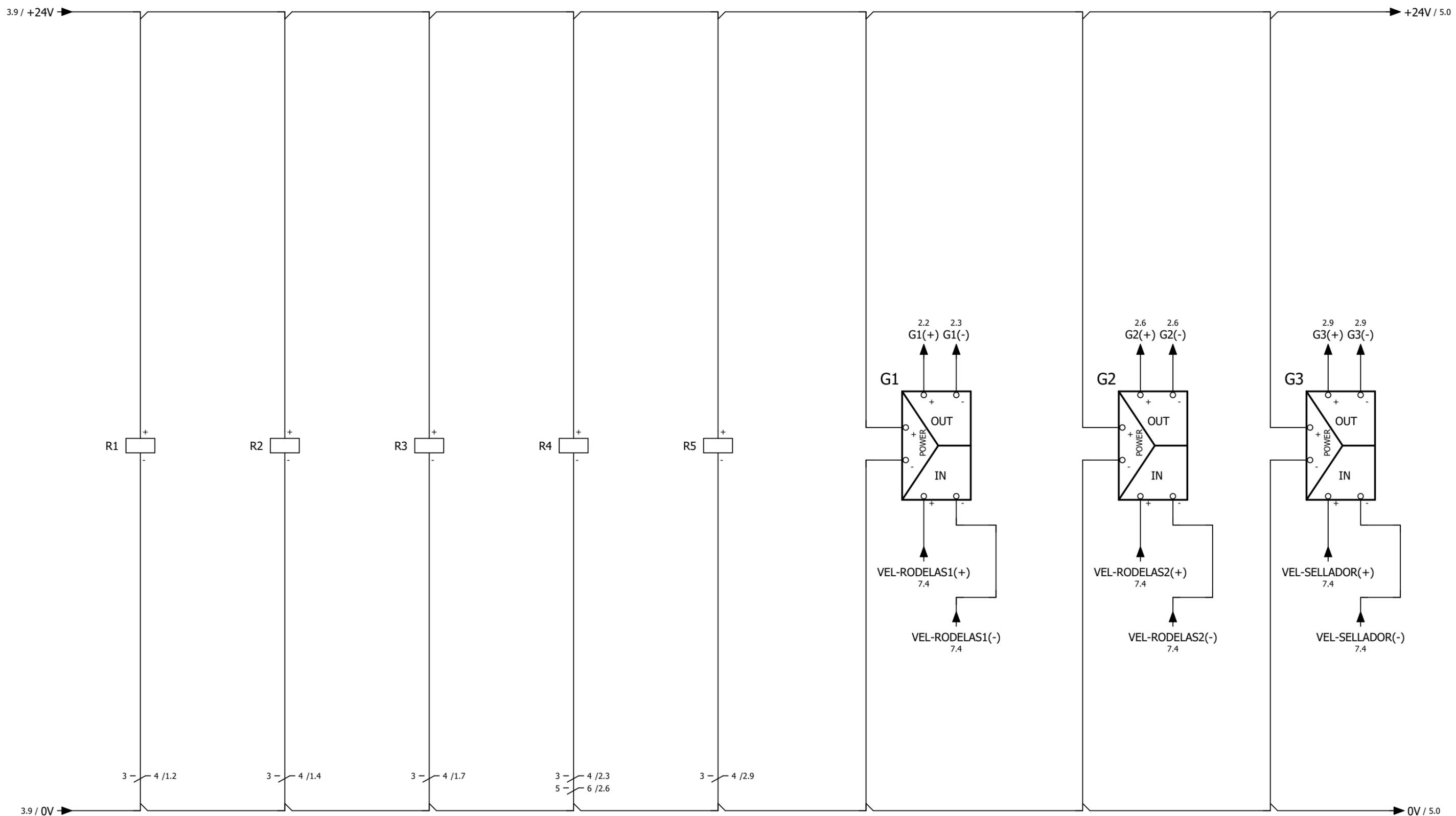


Fecha	13/2/2020
Resp	Jahir Campoverde
Probado	
Original	Revisión
Cambio	Fecha
	Nombre



CONTROL



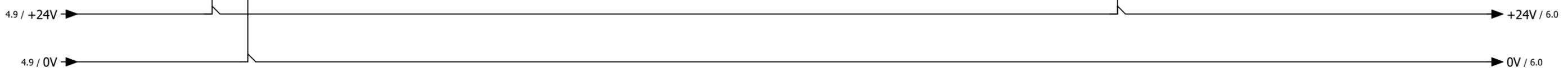
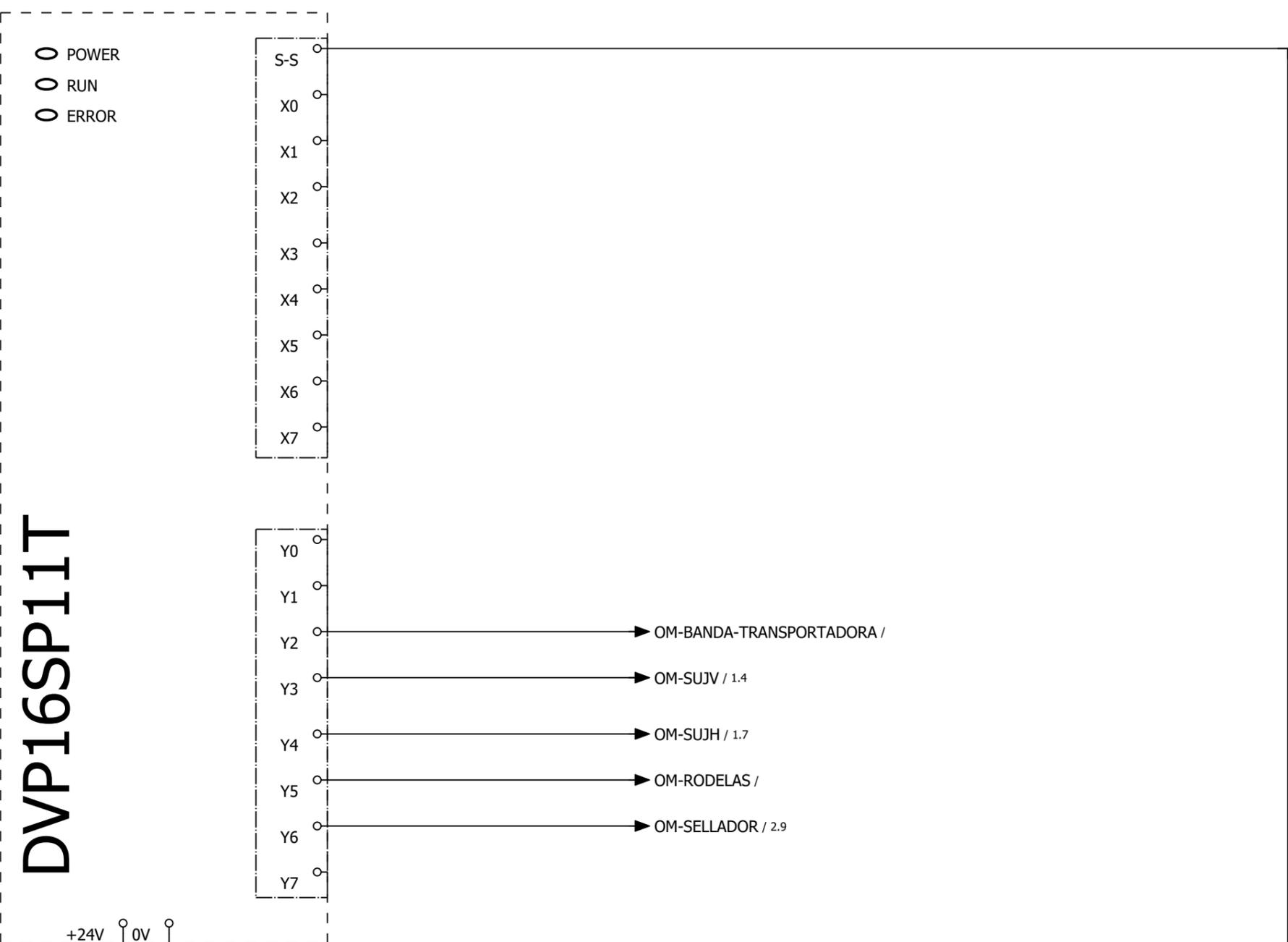


			Fecha	13/2/2020
			Resp	Jahir Campoverde
			Probado	
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Revisión



CONTROL





Fecha	13/2/2020
Resp	Jahir Campoverde
Probado	
Original	Revisión
Cambio	Fecha
	Nombre

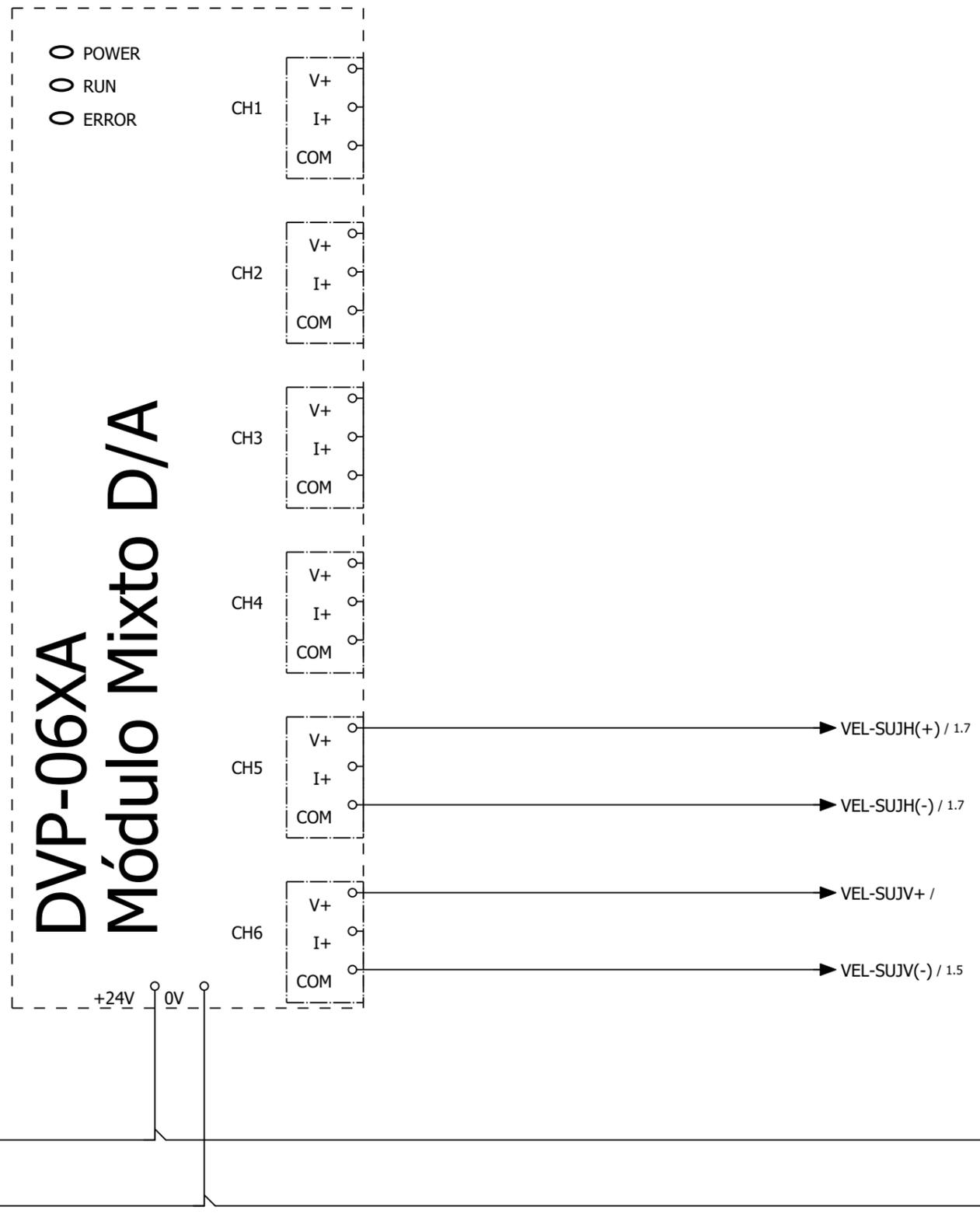


MODULO DVP-16SP



Proyecto
 Máquina Etiquetadora

Página
 5 / 7



Fecha	13/2/2020
Resp	Jahir Campoverde
Probado	
Original	Revisión
Cambio	Fecha
	Nombre

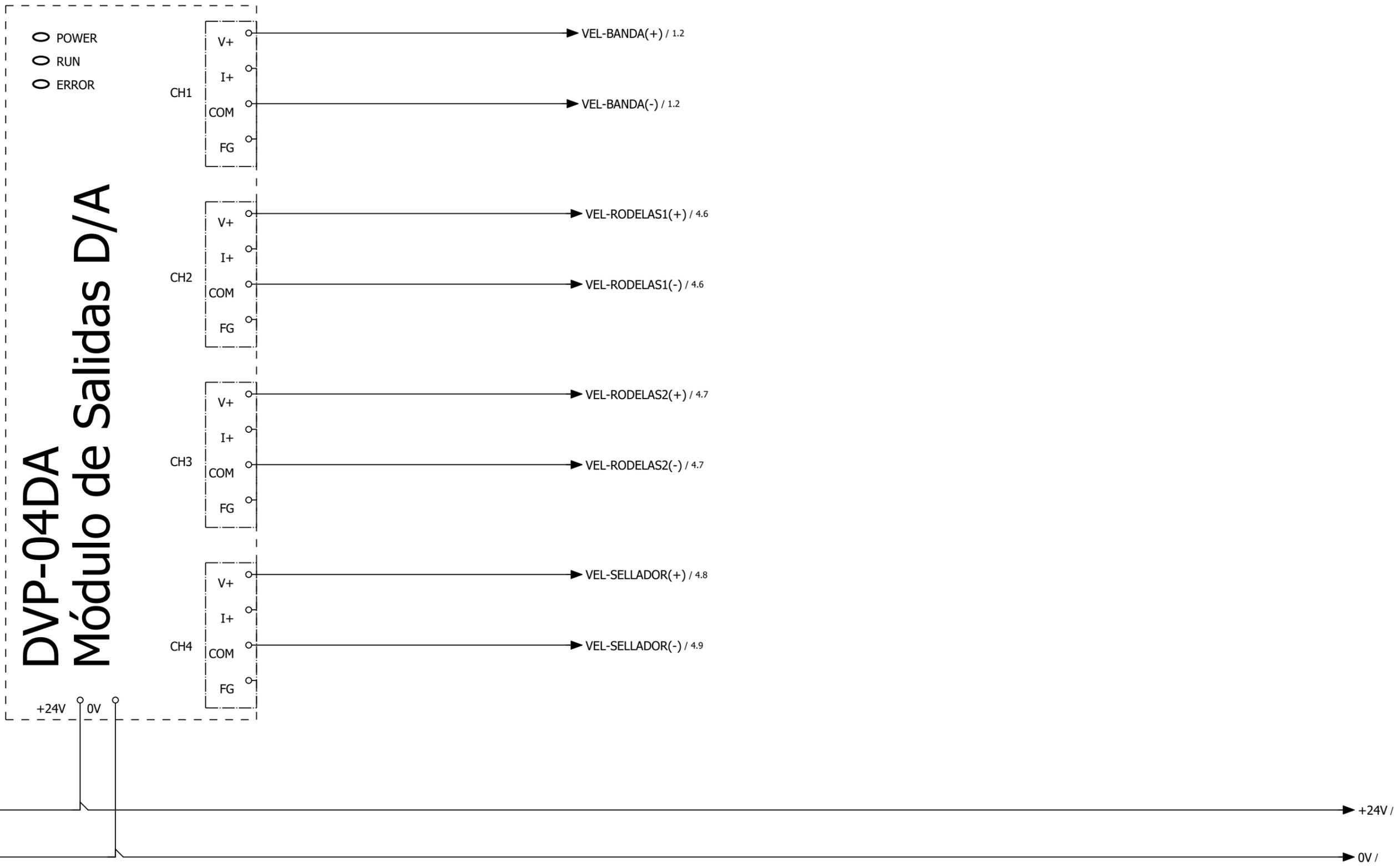


MODULO DVP-06XA



Proyecto
Máquina Etiquetadora

Página
6 / 7



6

Fecha	13/2/2020
Resp	Jahir Campoverde
Probado	
Cambio	Fecha
	Nombre
Original	Revisión



MODULO DVP-04DA



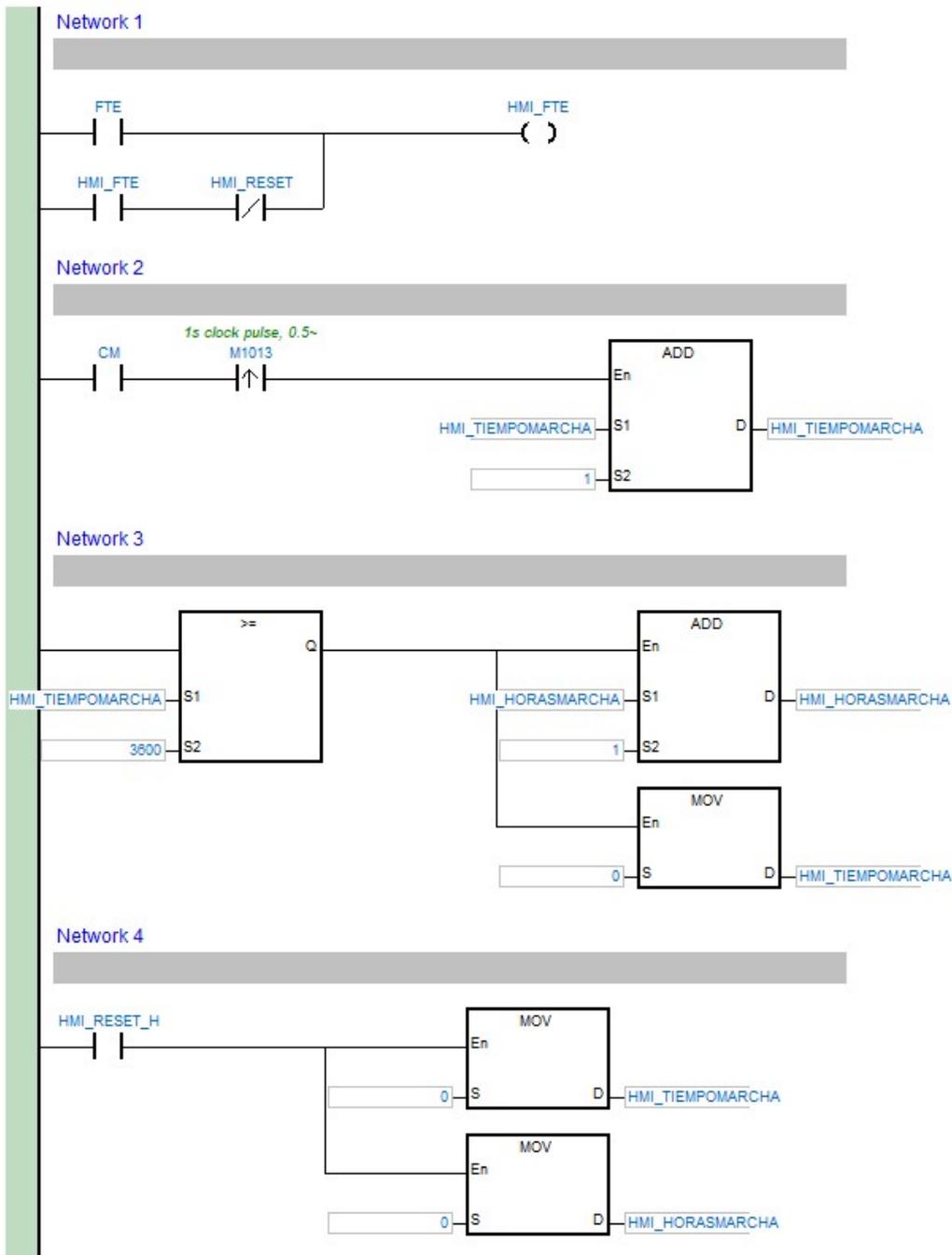
Proyecto
 Máquina Etiquetadora

Página
 7 / 7

ANEXO C

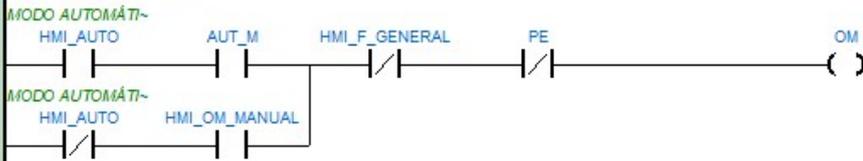
BLOQUE DE FUNCION PARA LOS MOTORES

Declaration Type	Identifiers	Address	Type	Initial Value	Identifier
VAR_INPUT	REMOTO	N/A [Auto]	BOOL	N/A	HABILIT
VAR_IN_OUT	HMI_AUTO	N/A [Auto]	BOOL	N/A	MODO A
VAR_IN_OUT	HMI_F_GENERAL	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_INPUT	PE	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_OUTPUT	OM	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_IN_OUT	HMI_OM_MANUAL	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_INPUT	FTE	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_IN_OUT	HMI_FTE	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_INPUT	HMI_RESET	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_INPUT	CM	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_INPUT	CLOCK_1HZ	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_OUTPUT	HMI_TIEMPOMARCHA	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR_IN_OUT	HMI_RESET_H	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_OUTPUT	HMI_HORASMARCHA	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR_IN_OUT	HMI_F_CM	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_OUTPUT	F_GENERAL	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_INPUT	T_CM	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR_IN_OUT	HMI_ESTADO	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR_IN_OUT	HMI_VF_MAN_REF	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR_OUTPUT	VF_REF	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR_INPUT	AUT_M	N/A [Auto]	BOOL	N/A	
VAR_INPUT	AUTO_VF_REF	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR	FA3S	N/A [Auto]	BOOL	N/A	SEÑAL P
VAR	CONT_MOTOR	N/A [Auto]	WORD	N/A	
VAR_INPUT	PE_HMI	N/A [Auto]	BOOL	N/A	PARO DI



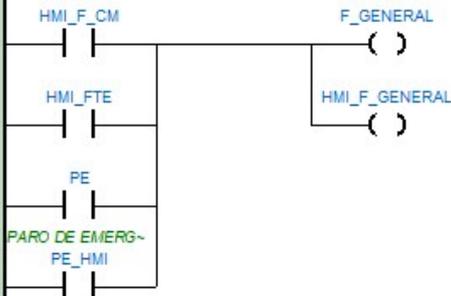
Network 5

ORDEN DE MARCHA

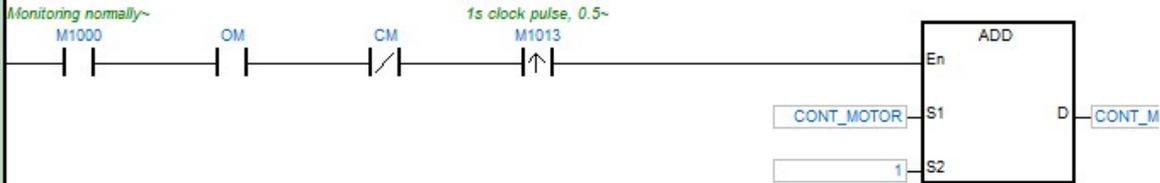


Network 6

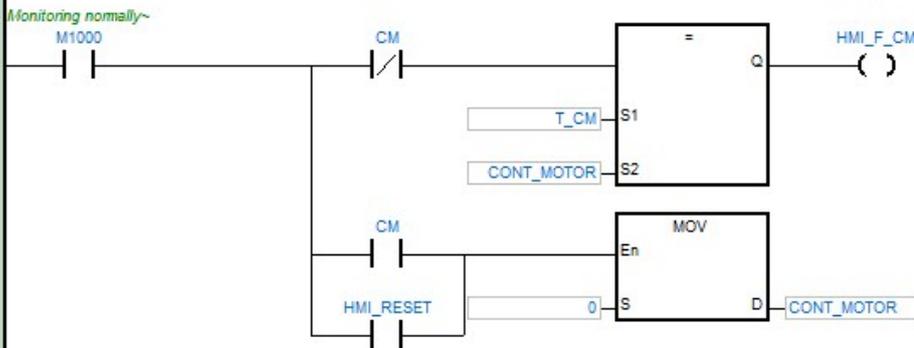
ERROR:



Network 7



Network 8



Network 9



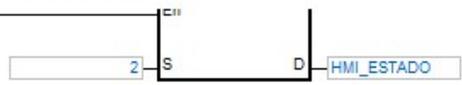
Network 10



Network 11

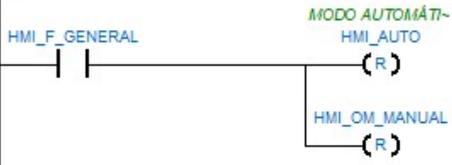


BLOQUE DE FUNCION PARA LOS MOTORES



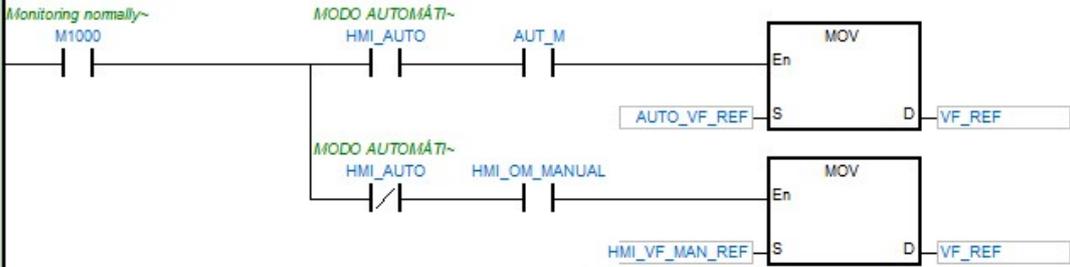
Network 12 RESETEADORES_MANUALES:

RESETEADORES MANUALES



Network 13

REFERENCIA DE VELOCIDAD AUTOMÁTICA Y MANUAL



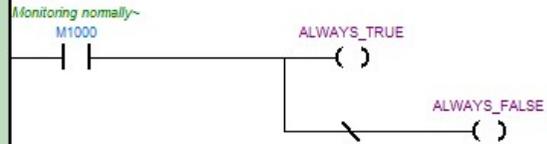
ANEXO D

Declaration Type	Identifiers	Address	Type	Initial Value	Identifier Comment
------------------	-------------	---------	------	---------------	--------------------

Network 1



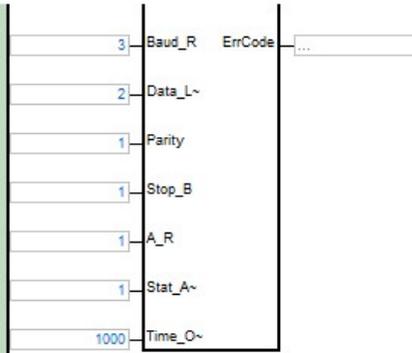
Network 2



Network 3

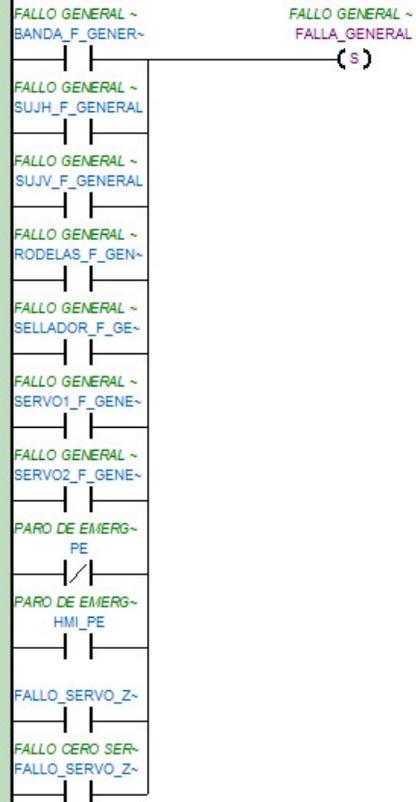
PROTOCOLO DE COMUNICACION DEL PLC CON LA HMI





Network 4

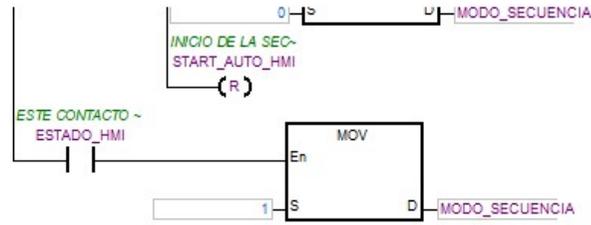
FALLA GENERAL



Network 5

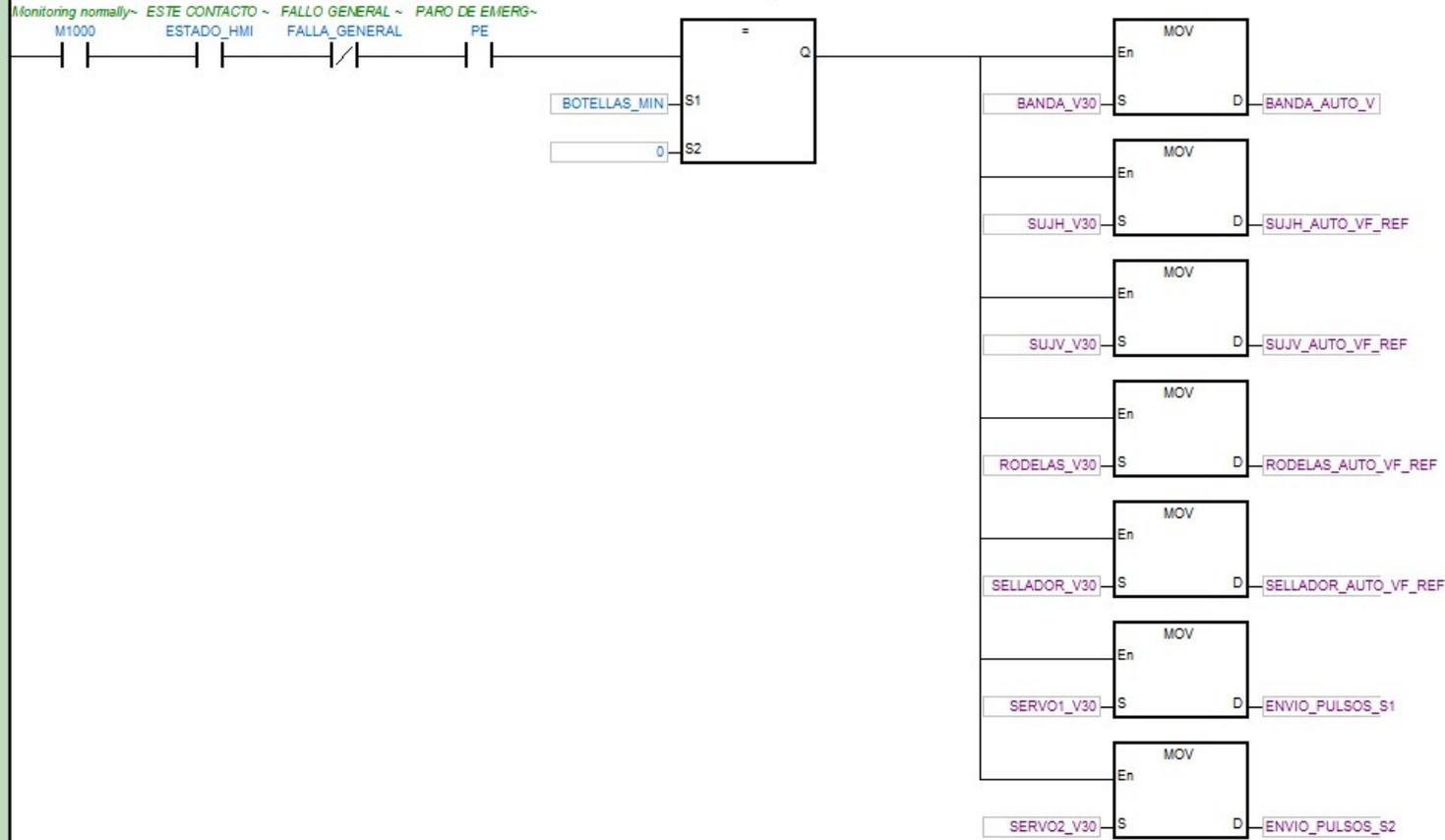
MANUAL/AUTO, ENVIA EL ESTADO AL INDICADOR DE UNA SOLA LETRA EN LA HMI





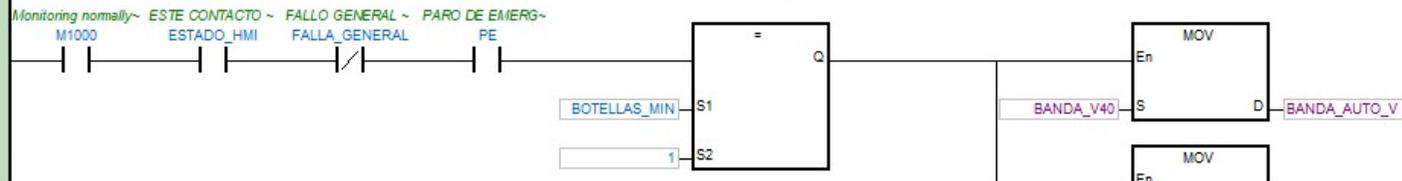
Network 6

ASIGNACION DE VELOCIDADES PARA 30 BOTELLAS / MIN



Network 7

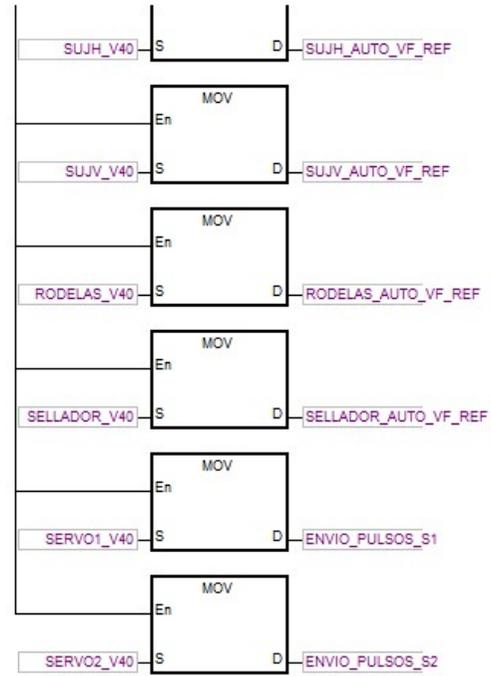
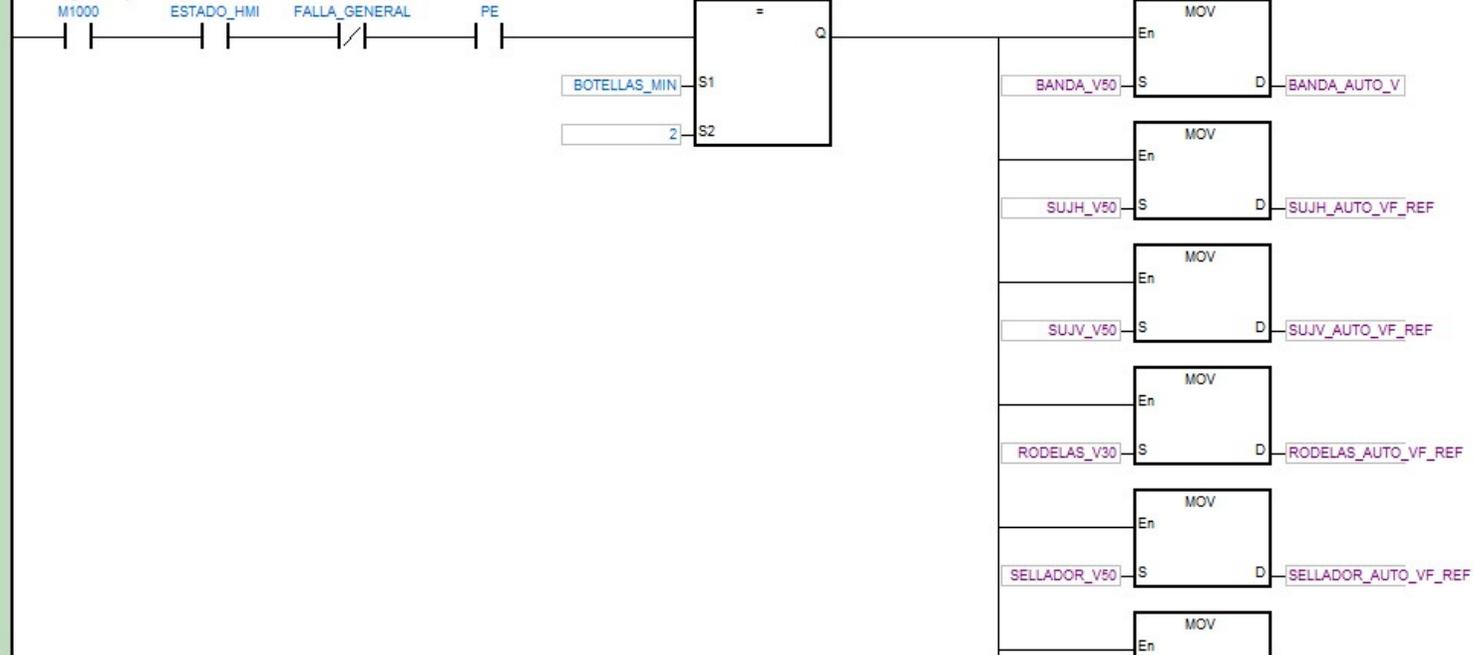
ASIGNACION DE VELOCIDADES PARA 40 BOTELLAS / MIN



Network 8

ASIGNACION DE VELOCIDADES PARA 50 BOTELLAS / MIN

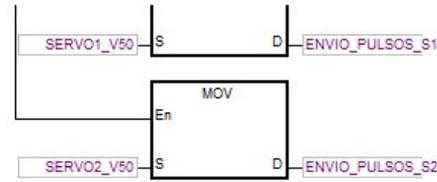
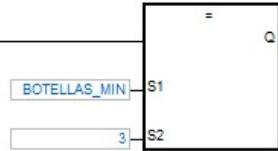
Monitoring normally~ ESTE CONTACTO ~ FALLO GENERAL ~ PARO DE EMERG~



Network 9

ASIGNACION DE VELOCIDADES PARA 60 BOTELLAS / MIN

Monitoring normally~ M1000 ESTE CONTACTO ~ ESTADO_HMI FALLO GENERAL ~ FALLO_GENERAL PARO DE EMERG~ PE



Network 10

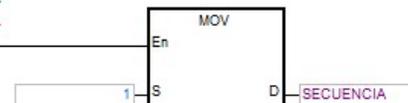
PASO 0, INICIO DE SECUENCIA

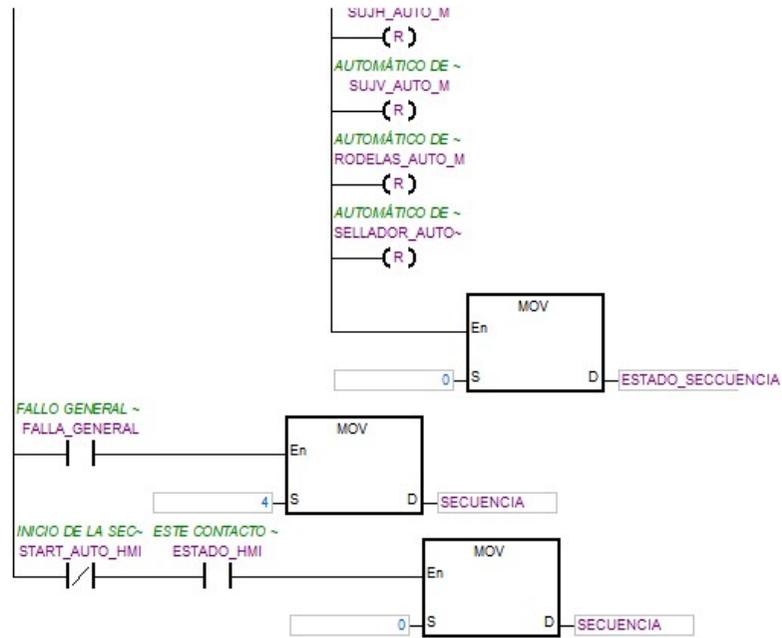
Monitoring normally~ M1000



ESTE CONTACTO ~ ESTADO_HMI INICIO DE LA SEC~ START_AUTO_HMI FALLO GENERAL ~ FALLO_GENERAL

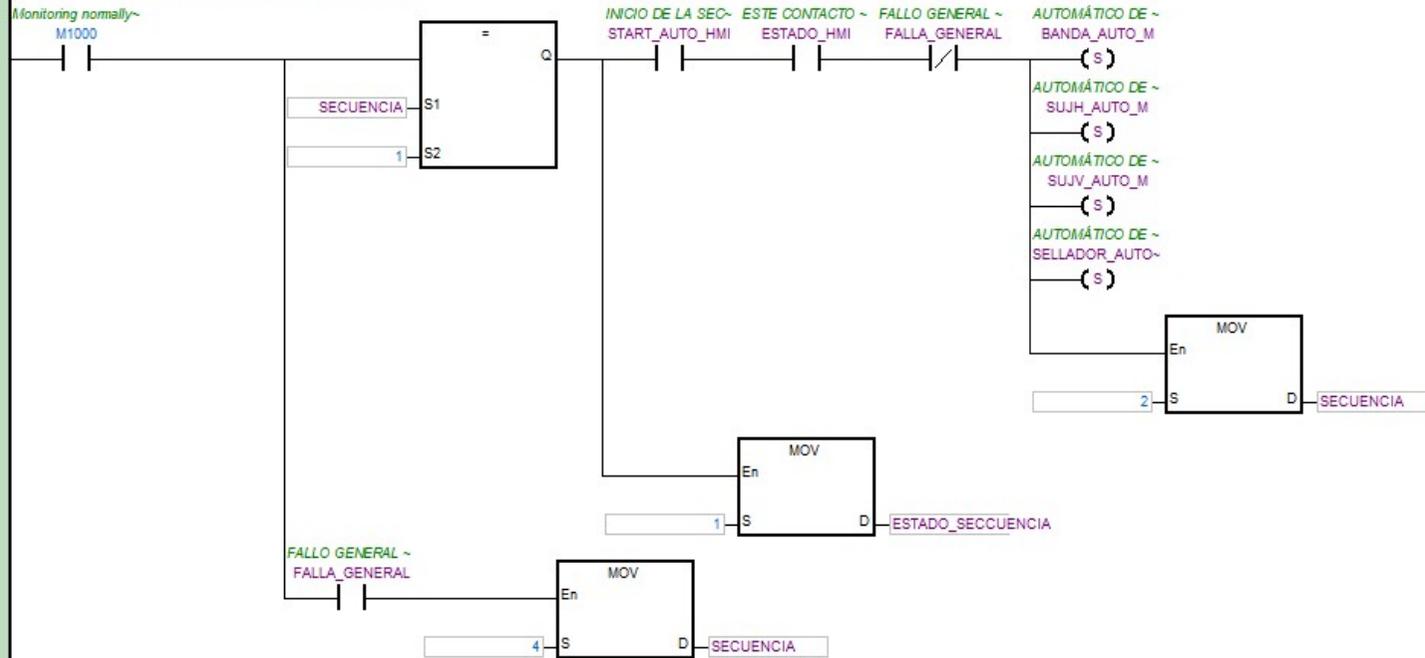
AUTOMÁTICO DE ~ BANDA_AUTO_M (R) AUTOMÁTICO DE ~





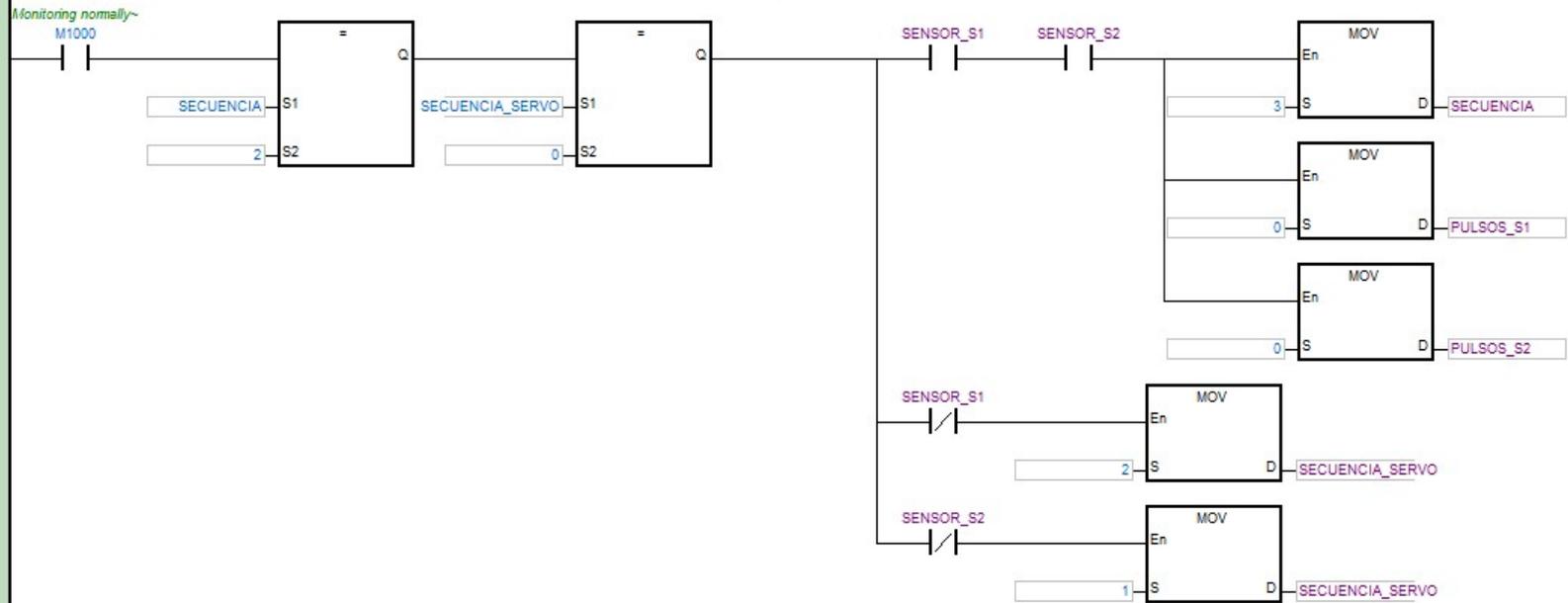
Network 11

PASO 1, ARRANCAR MOTORES DE BANDAS



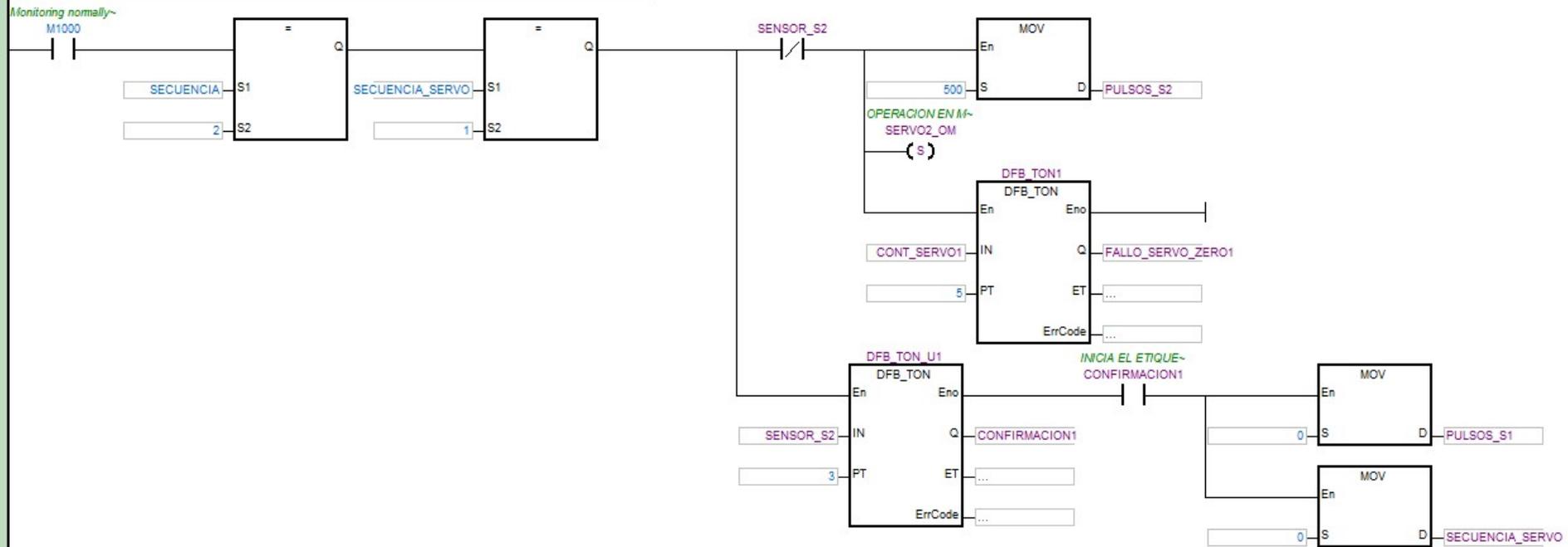
Network 12

PASO 2, ARRANQUE DE SERVOS



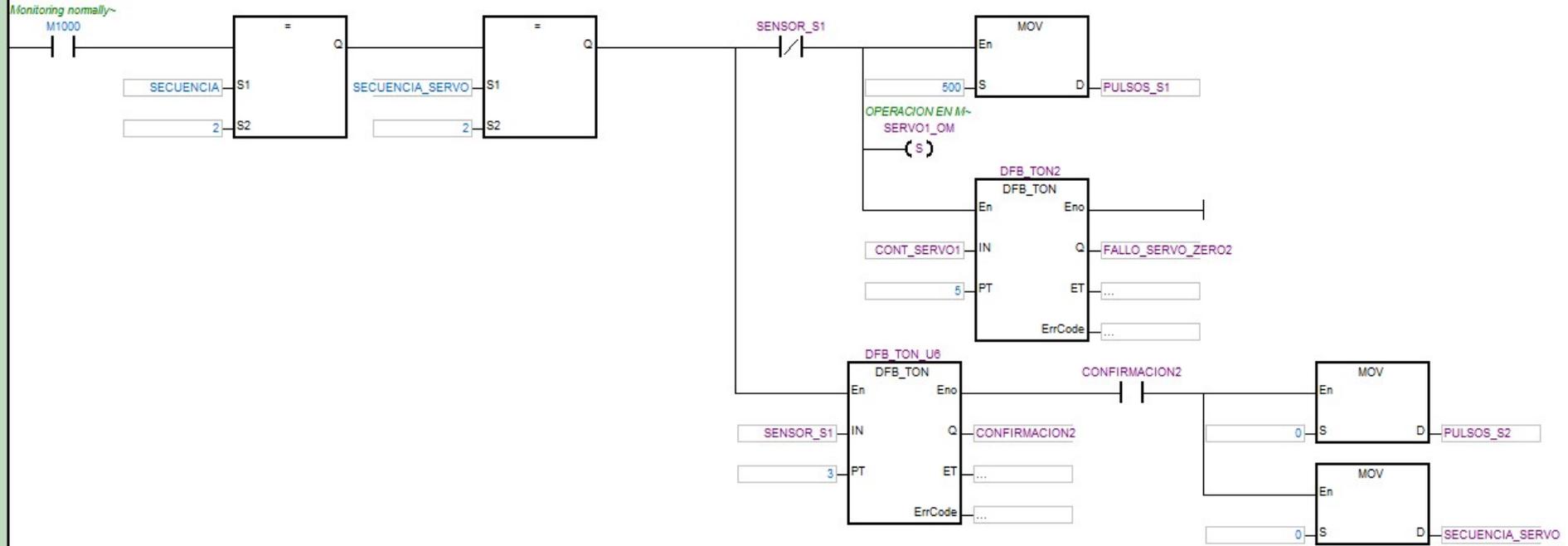
Network 13

PASO 2.1, POSICIONAMIENTO SERVO

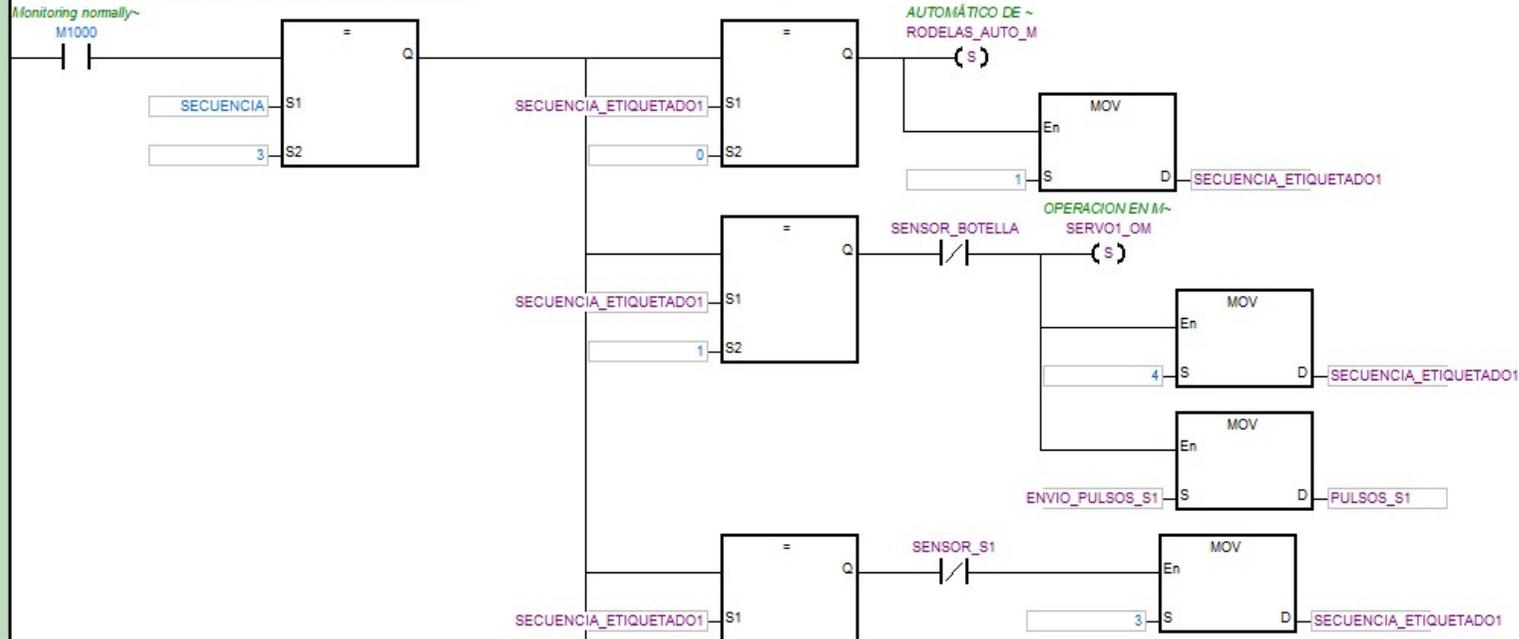


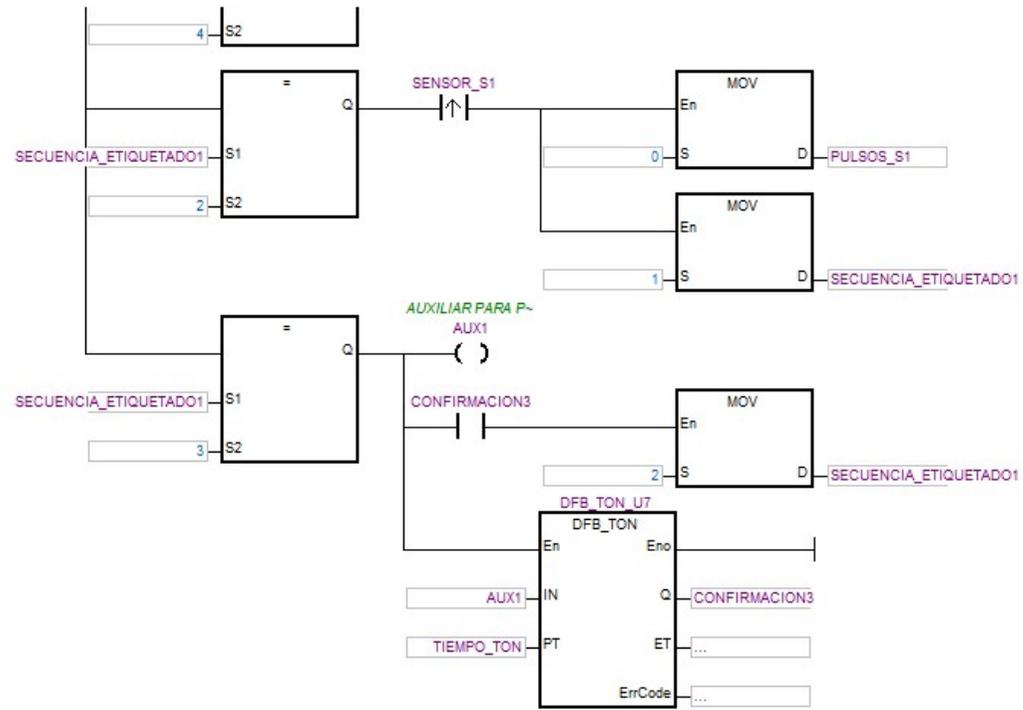
Network 14

PASO 2.2, POSICIONAMIENTO SERVO



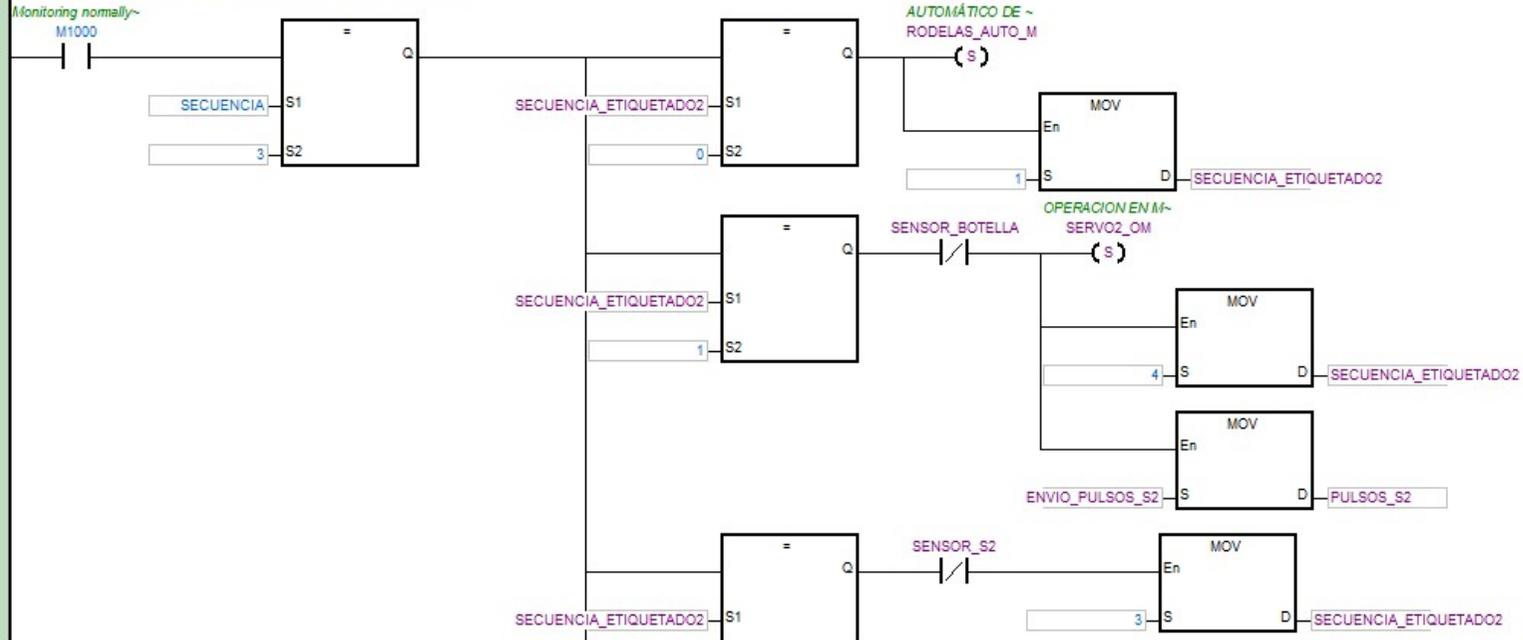
PASO 3.1 SECUENCIA DE ETIQUETADO - SERVO1

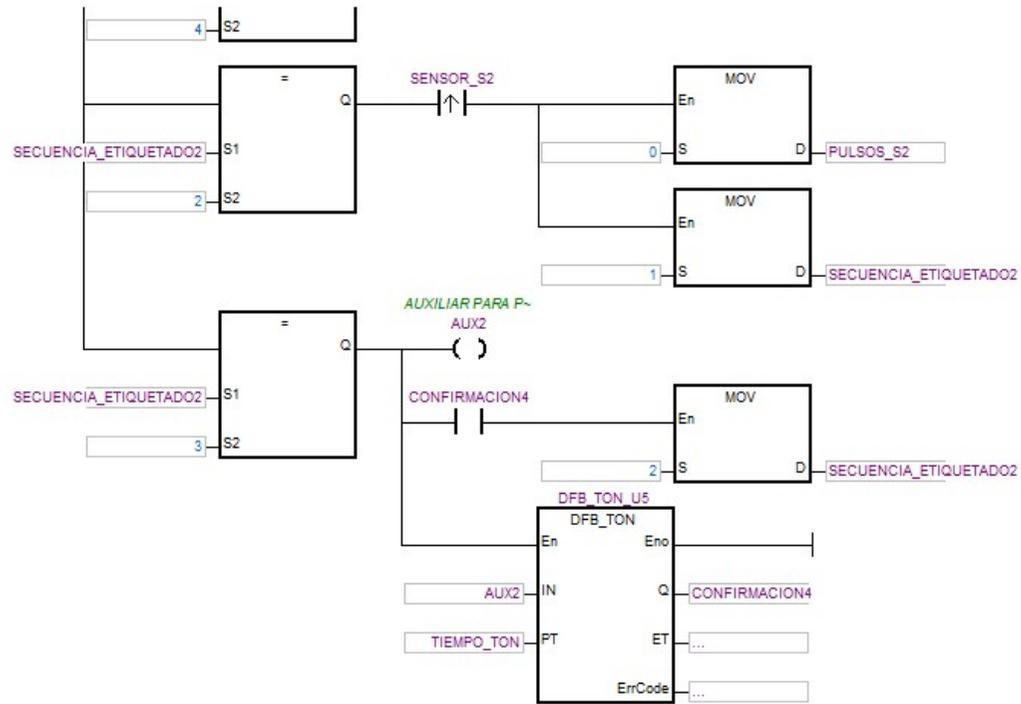




Network 16

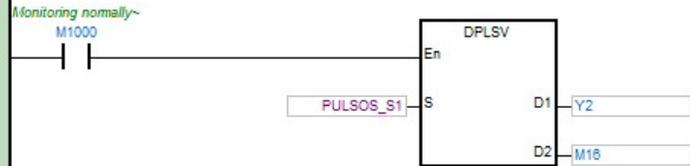
PASO 3.2 SECUENCIA DE ETIQUETADO - SERVO 2





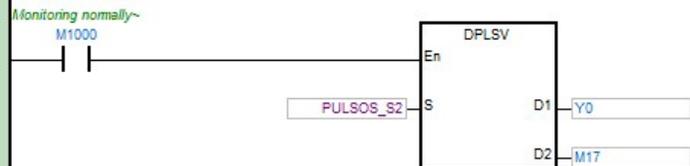
Network 17

ENVIO DE VELOCIDAD PULSOS A SERVOMOTOR 1 (Y2 SALIDA DE 100KHZ)



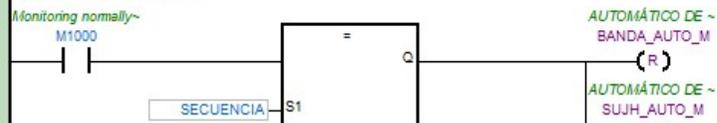
Network 18

ENVIO DE VELOCIDAD PULSOS A SERVOMOTOR 2 (Y0 SALIDA DE 100KHZ)

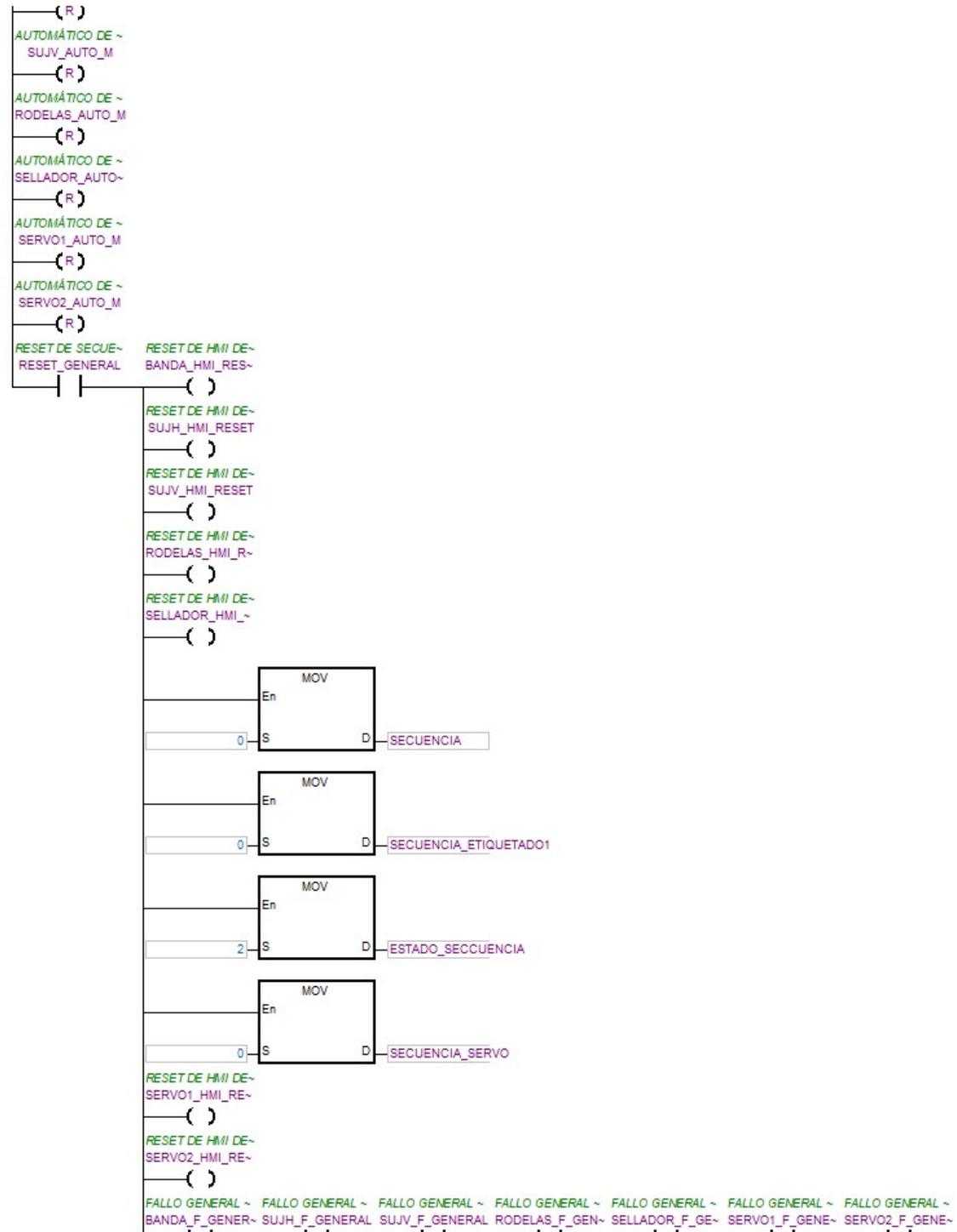


Network 19

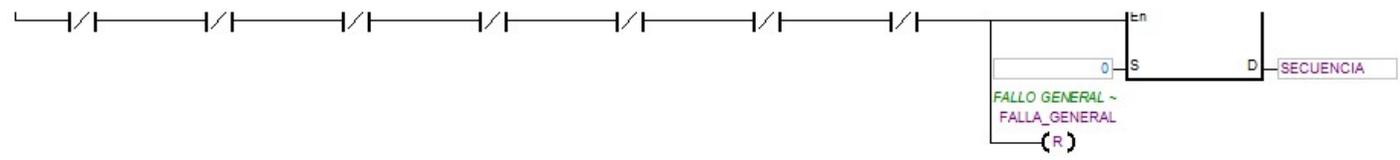
PASO 4, ALARMAS



4 S2



MOV



Network 20

PASO 5. MODO MANUAL

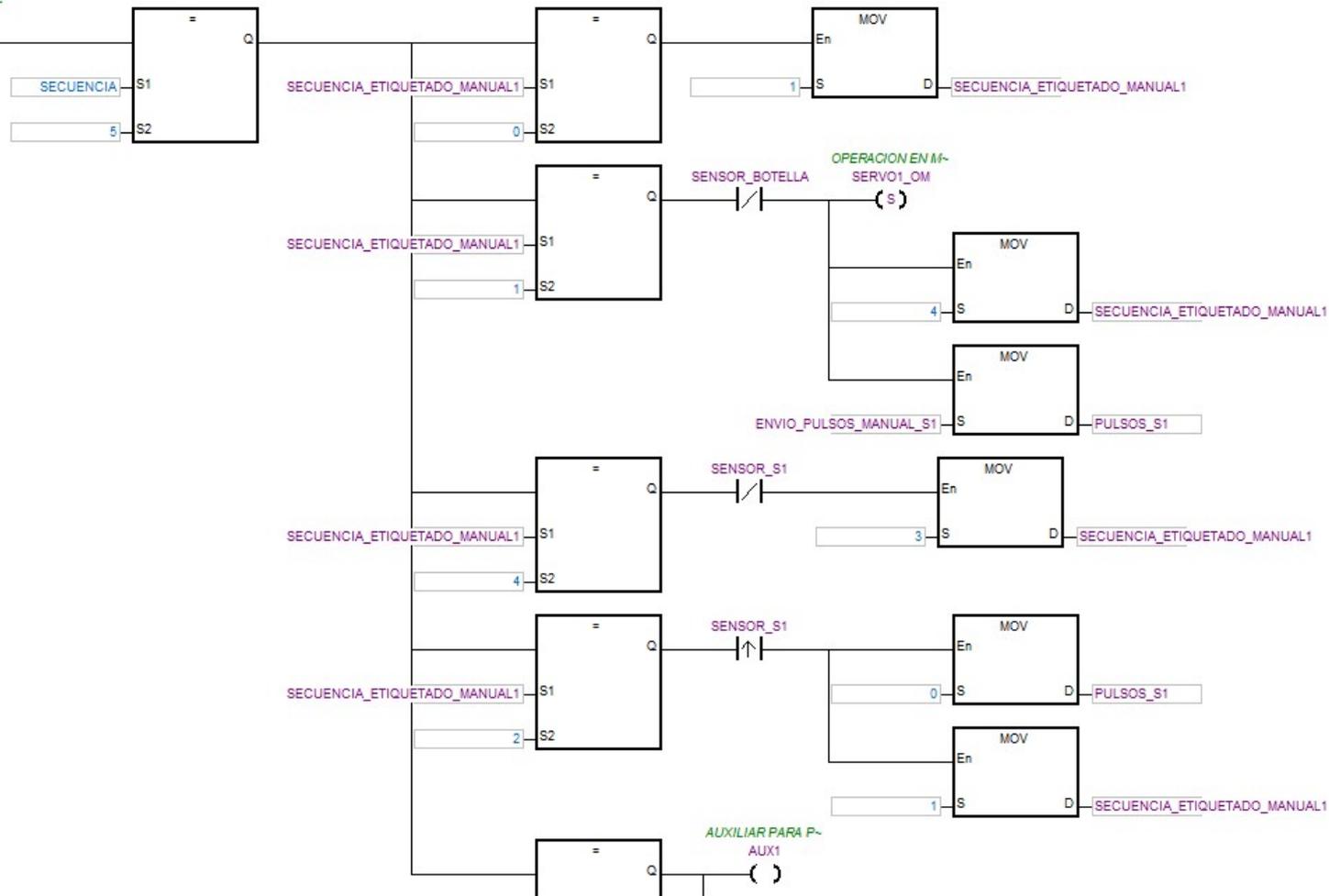
Monitoring normally~ M1000 ESTE CONTACTO ~ ESTADO_HMI

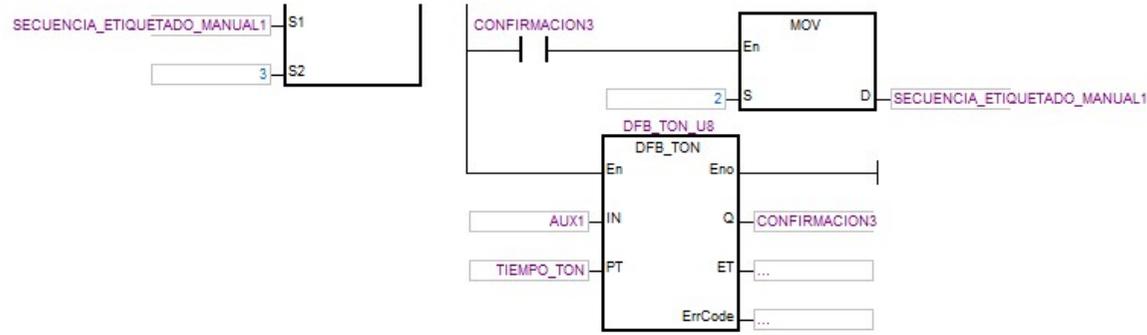


Network 21

PASO 5.1 SECUENCIA DE ETIQUETADO MANUAL - SERVO1

Monitoring normally~ M1000

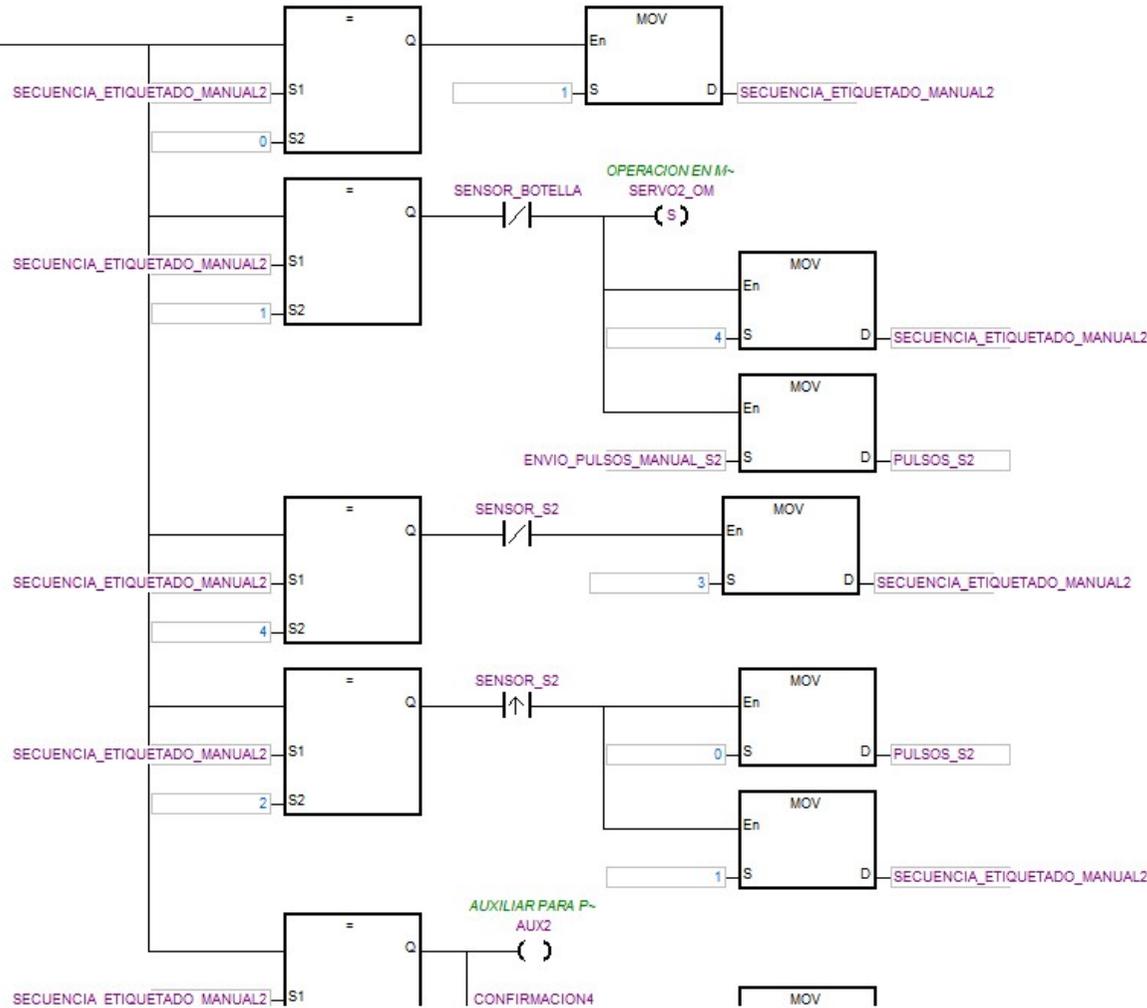


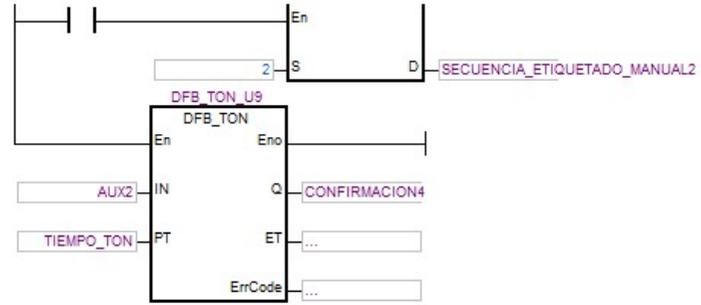


Network 22

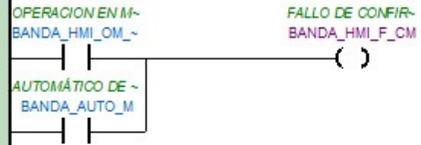
PASO 5.2 SECUENCIA DE ETIQUETADO MANUAL - SERVO 2

Monitoring normally~
M1000

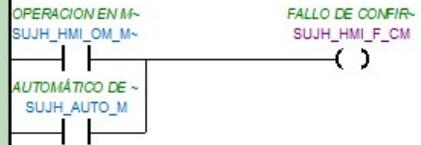




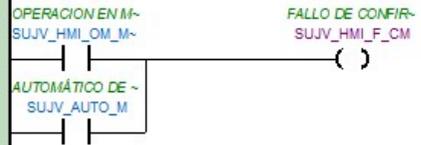
Network 23



Network 24



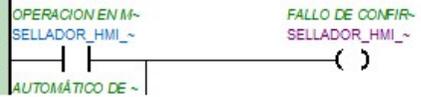
Network 25



Network 26

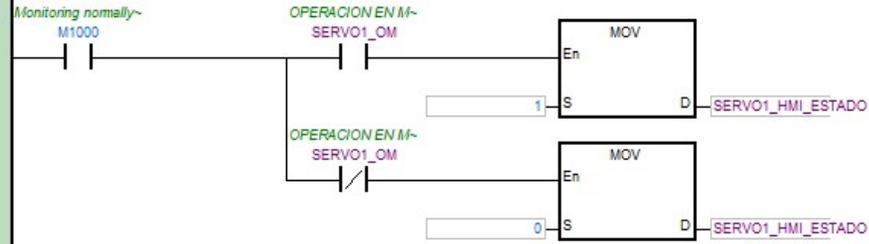


Network 27

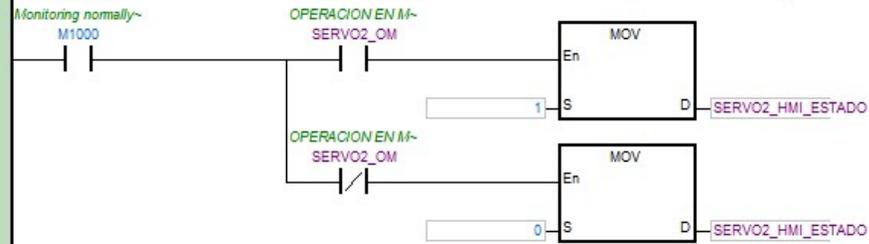


SELLADOR_AUTO~

Network 28

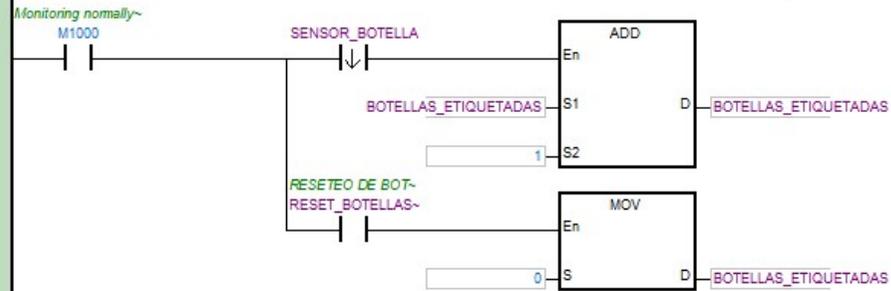


Network 29



Network 30

CONTADOR DE BOTELLAS ETIQUETADAS



ANEXO E

ESCRITURA DE LAS VELOCIDADES EN LOS MODULOS EXTERNOS

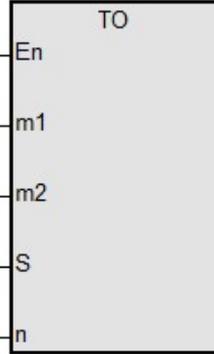
Declaration Type	Identifiers	Address	Type	Initial Value
------------------	-------------	---------	------	---------------

Network 1

HABILITACIÓN DEL MÓDULO DVP-06XA

Monitoring normal~

M1000

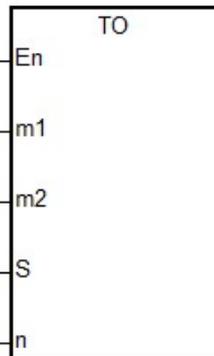


Network 2

HABILITACION DEL MODULO DVP-04DA

Monitoring normal~

M1000

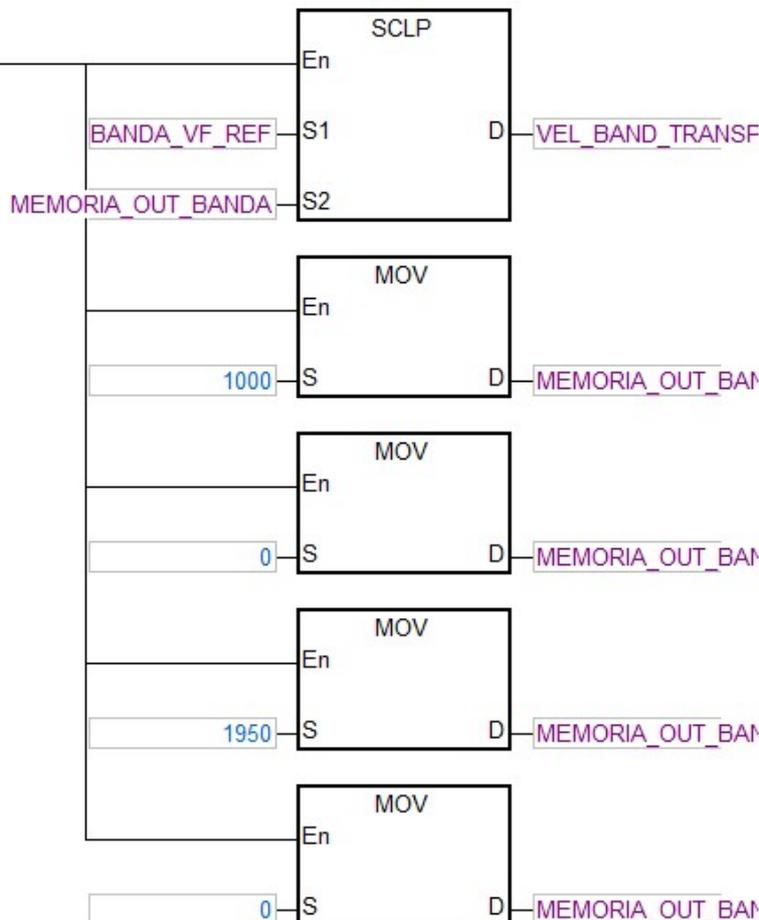


Network 3

ESCALADO DE SALIDA DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Monitoring normal~

M1000

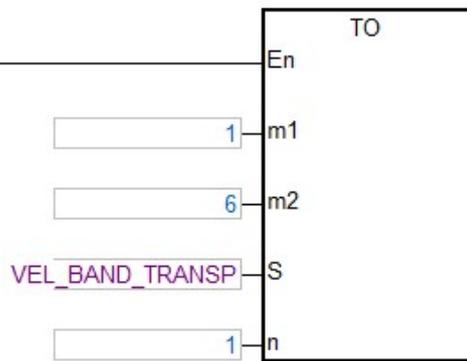


Network 4

ESCRITURA DEL VALOR ESCALADO DE LA BANDA EN EL MODULO DE SALIDA DVP04

Monitoring normal~

M1000

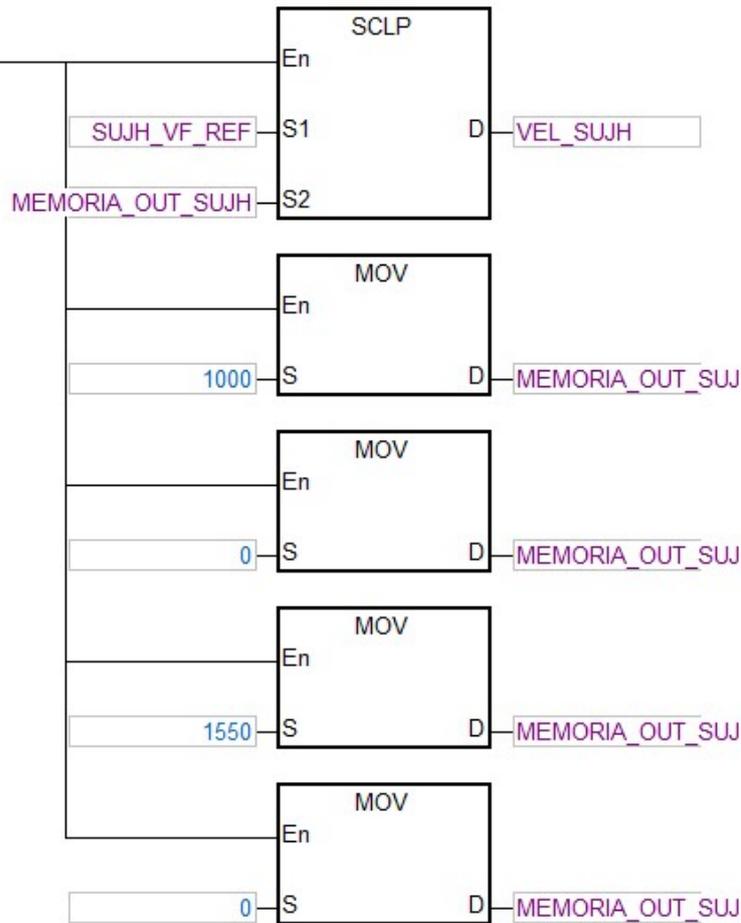


Network 5

ESCALADO DE SALIDA DEL SUJETADOR HORIZONTAL

Monitoring normal~

M1000

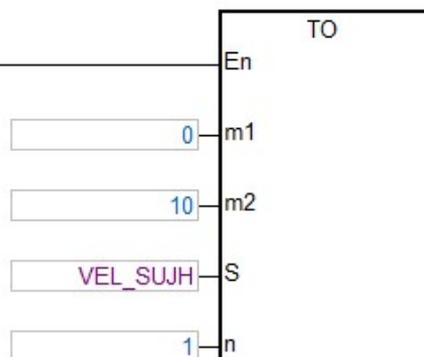


Network 6

ESCRITURA DEL VALOR ESCALADO EN EL MODULO DE SALIDA DVP-06XA - CH5

Monitoring normal~

M1000

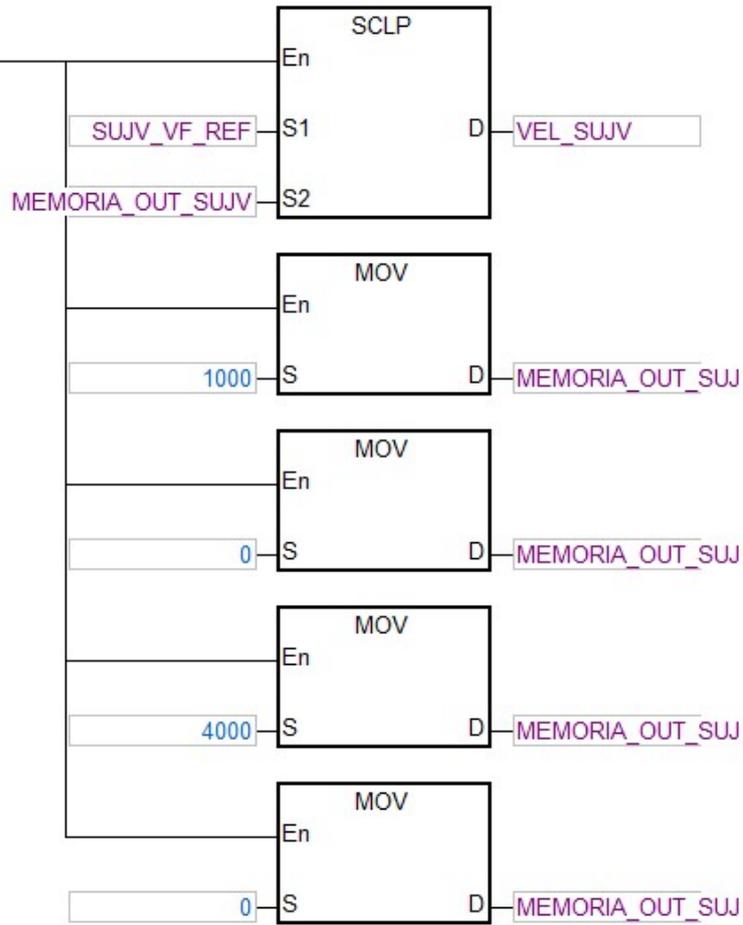


Network 7

ESCALADO DE SALIDA DEL SUJETADOR VERTICAL

Monitoring normal~

M1000

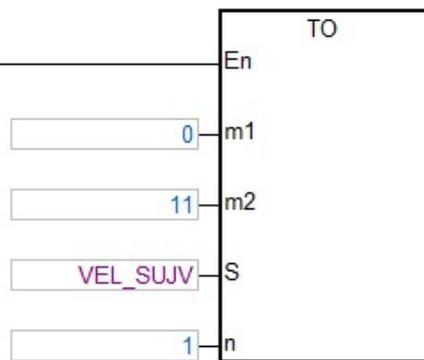


Network 8

ESCRITURA DEL VALOR ESCALADO DEL SUJETADOR VERTICAL EN EL MODULO DE S

Monitoring normal~

M1000

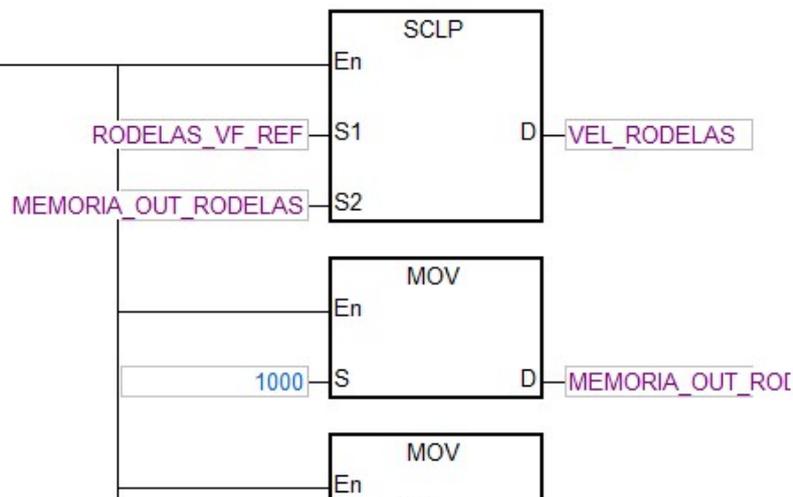


Network 9

ESCALADO DE SALIDA DE LAS RODELAS

Monitoring normal~

M1000



ESCRITURA DE LAS VELOCIDADES EN LOS MODULOS EXTERNOS



Network 10

ESCRITURA DEL VALOR ESCALADO DE LAS RODELAS EN EL MODULO DE SALIDA DV

Monitoring normal~



Network 11

ESCRITURA DEL VALOR ESCALADO DE LAS RODELAS EN EL MODULO DE SALIDA DV

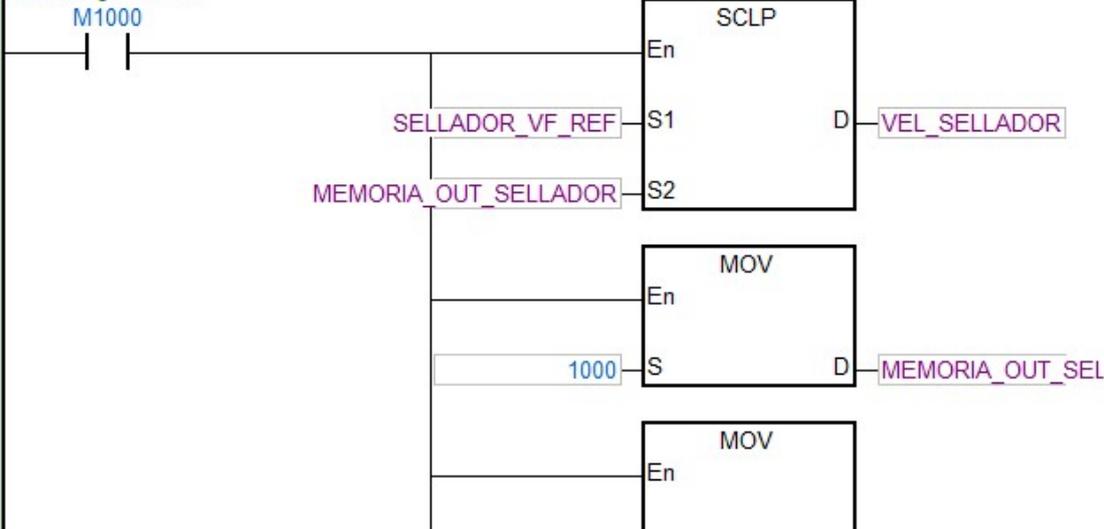
Monitoring normal~



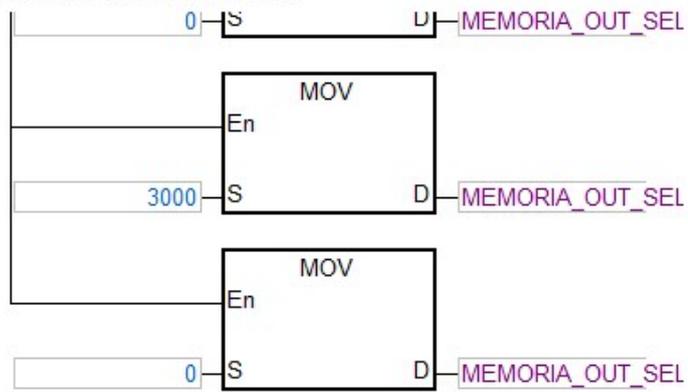
Network 12

ESCALADO DE SALIDA DEL SELLADOR

Monitoring normal~



ESCRITURA DE LAS VELOCIDADES EN LOS MODULOS EXTERNOS



Network 13

ESCRITURA DEL VALOR ESCALADO DE LAS RODELAS EN EL MODULO DE SALIDA DV

Monitoring normal~



ANEXO F

VARIABLES

Declaration Type	Identifiers	Address	Type	Initial Value	Identifier Comment
VAR	ALWAYS_FALSE	M2	BOOL	N/A	
VAR	ALWAYS_TRUE	M1	BOOL	N/A	
VAR	AUX1	M25	BOOL	N/A	AUXILIAR PARA POSICIONAMIENTO DE SE
VAR	AUX2	M550	BOOL	N/A	AUXILIAR PARA POSICIONAMIENTO DE SE
VAR	BANDA_AUTO_M	M212	BOOL	FALSE	AUTOMÁTICO DE MOTOR1
VAR	BANDA_AUTO_V	D2020	DWORD	0	VELOCIDAD EN AUTOMÁTICO DEL MOTOR
VAR	BANDA_CLOCK	M208	BOOL	FALSE	RELOJ DE 1HZ DE MOTOR1
VAR	BANDA_CM	X22	BOOL	FALSE	CONFIRMACIÓN DE MARCHA DE MOTOR1
VAR	BANDA_ET	D2028	DWORD	0	ELAPSE TIME DE MOTOR1
VAR	BANDA_F_GENERAL	M213	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR 1
VAR	BANDA_FT	X23	BOOL	FALSE	FALLO DE TÉRMICOS DEL MOTOR1
VAR	BANDA_HMARCHA	D2004	DWORD	0	HORA DE MARCHA DE MOTOR1
VAR	BANDA_HMI_ESTADO	D2012	DWORD	0	ESTADO DE LA HMI DEL MOTOR1
VAR	BANDA_HMI_F_CM	M211	BOOL	FALSE	FALLO DE CONFIRMACIÓN DE MARCHA D
VAR	BANDA_HMI_F_GENERAL	M202	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR1
VAR	BANDA_HMI_FTE	M205	BOOL	FALSE	FALLO TÉRMICO DEL MOTOR1 (HMI)
VAR	BANDA_HMI_OM_MANU	M203	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA MANUAL DESDE
VAR	BANDA_HMI_RESET	M206	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR1
VAR	BANDA_HMI_RESET_H	M209	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR1
VAR	BANDA_HMI_SEÑAL_ANAL	D2508	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DEL MOTOR ENVIADA D
VAR	BANDA_IND_VELOCIDAD	D2500	WORD	0	INDICADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR1
VAR	BANDA_OM	Y22	BOOL	N/A	OPERACION EN MARCHA DEL MOTOR DE I
VAR	BANDA_TMARCHA	D2000	DWORD	0	TIEMPO DE MARCHA DE MOTOR 1
VAR	BANDA_TRANSPORTADO	N/A [Auto]	MOTOR	N/A	
VAR	BANDA_V_MANUAL_HMI	D2016	DWORD	0	REFERENCIA MANUAL DEL VARIADOR DE
VAR	BANDA_V30	D3320	WORD	520	VELOCIDAD DEL MOTOR1 PARA 30 BOTELI
VAR	BANDA_V40	D3330	WORD	680	VELOCIDAD DEL MOTOR1 PARA 40 BOTELI
VAR	BANDA_V50	D3340	WORD	839	VELOCIDAD DEL MOTOR1 PARA 50 BOTELI
VAR	BANDA_V60	D3350	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR1 PARA 60 BOTELI
VAR	BANDA_VF_REF	D2024	DWORD	0	VELOCIDAD VARIADOR DE FRECUENCIA D
VAR	BOTELLAS_ETIQUETADA	D2300	DWORD	0	CONTADOR DE BOTELLAS ETIQUETADAS
VAR	BOTELLAS_MIN	D3040	WORD	N/A	
VAR	CONFIRMACION1	M505	BOOL	N/A	INICIA EL ETIQUETADO
VAR	CONFIRMACION2	M510	BOOL	FALSE	
VAR	CONFIRMACION3	M560	BOOL	N/A	
VAR	CONFIRMACION4	M555	BOOL	N/A	
VAR	CONT_SERVO1	M115	BOOL	N/A	
VAR	CONT_SERVO2	M117	BOOL	FALSE	CONTADOR SERVO 2
VAR	DFB_COM2_Protocol_U1	N/A [Auto]	DFB_COM2_Protocol	N/A	
VAR	DFB_TON_U1	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	DFB_TON_U5	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	DFB_TON_U6	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	DFB_TON_U7	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	DFB_TON_U8	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	DFB_TON_U9	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	DFB_TON1	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	DFB_TON2	N/A [Auto]	DFB_TON	N/A	
VAR	ENVIO_PULSOS_MANUAL	D725	WORD	0	
VAR	ENVIO_PULSOS_MANUAL	D730	WORD	0	
VAR	ENVIO_PULSOS_S1	D575	WORD	6000	
VAR	ENVIO_PULSOS_S2	D570	WORD	6000	
VAR	ESTADO_HMI	M201	BOOL	FALSE	ESTE CONTACTO HABILITA EL MODO MAN
VAR	ESTADO_SECCUENCIA	D3075	WORD	0	ESTADO DE LA SECUENCIA AUTOMATICA
VAR	FALLA_GENERAL	M100	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DEL PROCESO
VAR	FALLO_SERVO_ZERO1	M119	BOOL	N/A	
VAR	FALLO_SERVO_ZERO2	M121	BOOL	FALSE	FALLO CERO SERVO 2
VAR	HMI_PE	M113	BOOL	N/A	PARO DE EMERGENCIA DE HMI
VAR	MEMORIA_IN_BANDA	D440	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_IN_RODELAS	D445	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_IN_SELLADOR	D455	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_IN_SUJH	D460	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_IN_SUJV	D465	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_OUT_BANDA	D400	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_OUT_RODELA	D430	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_OUT_SELLAD	D435	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_OUT_SUJH	D410	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MEMORIA_OUT_SUJV	D415	ARRAY [4] OF WORD	N/A	
VAR	MODO_SECUENCIA	D3110	WORD	0	MODO DE FUNCIONAMIENTO SECUENCIA
VAR	ON_M5	M5	BOOL	FALSE	
VAR	ON_MOTORES	M30	BOOL	FALSE	
VAR	PE	X0	BOOL	FALSE	PARO DE EMERGENCIA DE MOTOR1
VAR	PE1	M105	BOOL	N/A	
VAR	PULSOS_S1	D585	DWORD	0	PULSOS PARA EL SERVOMOTOR1
VAR	PULSOS_S2	D590	DWORD	0	PULSOS PARA EL SERVOMOTOR2
VAR	RESET_BOTELLAS_ETIQU	M125	BOOL	N/A	RESETEO DE BOTELLAS ETIQUEDAS
VAR	RESET_GENERAL	M111	BOOL	N/A	RESET DE SECUENCIA
VAR	RESTART_CICLO	M55	BOOL	FALSE	REINICIA EL CICLO DE LOS SERVOS
VAR	RODELAS	N/A [Auto]	MOTOR	N/A	

VARIABLES

VAR	RODELAS_AUTO_M	M272	BOOL	FALSE	AUTOMATICO DE MOTOR4
VAR	RODELAS_AUTO_VF_REF	D2140	DWORD	0	REFERENCIA AUTOMÁTICA DEL VARIADO
VAR	RODELAS_CLOCK	M268	BOOL	FALSE	RELOJ DE 1HZ DE MOTOR4
VAR	RODELAS_CM	X30	BOOL	FALSE	CONFIRMACIÓN DE MARCHA DE MOTOR4
VAR	RODELAS_ET	D2148	DWORD	0	ELAPSED TIME DE MOTOR4
VAR	RODELAS_F_GENERAL	M273	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR 4
VAR	RODELAS_FT	X31	BOOL	FALSE	FALLO DEL MOTOR4
VAR	RODELAS_HMARCHA	D2124	DWORD	0	HORA DE MARCHA DE MOTOR4
VAR	RODELAS_HMI_ESTADO	D2132	DWORD	0	ESTADO DE LA HMI DEL MOTOR4
VAR	RODELAS_HMI_F_CM	M271	BOOL	FALSE	FALLO DE CONFIRMACIÓN DE MARCHA D
VAR	RODELAS_HMI_F_GENER	M262	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR4
VAR	RODELAS_HMI_FTE	M265	BOOL	FALSE	FALLO TÉRMICO DEL MOTOR4 (HMI)
VAR	RODELAS_HMI_OM_MAN	M263	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA MANUAL DESDE
VAR	RODELAS_HMI_RESET	M266	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR4
VAR	RODELAS_HMI_RESET_H	M269	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR4
VAR	RODELAS_HMI_SEÑAL_A	D2538	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	RODELAS_IND_VELOCIDA	D2530	WORD	0	INDICADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR4
VAR	RODELAS_OFF_MOTOR	M276	BOOL	FALSE	APAGADO DEL MOTOR4
VAR	RODELAS_OM	Y25	BOOL	N/A	OPERACION EN MARCHA DE MOTOR4
VAR	RODELAS_PE	M275	BOOL	FALSE	PARO DE EMERGENCIA DE MOTOR4
VAR	RODELAS_REMOTO	M260	BOOL	FALSE	CONTROL REMOTO DE MOTOR4
VAR	RODELAS_SEÑAL_ANALO	D2534	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	RODELAS_TCM	D2128	DWORD	0	TIEMPO PARA FALLO DE ARRANQUE DE M
VAR	RODELAS_TMARCHA	D2120	DWORD	3	TIEMPO DE MARCHA DE MOTOR 4
VAR	RODELAS_V_MANUAL_HI	D2136	DWORD	0	REFERENCIA MANUAL DEL VARIADOR DE
VAR	RODELAS_V30	D3323	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR4 PARA 30 BOTELI
VAR	RODELAS_V40	D3333	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR4 PARA 40 BOTELI
VAR	RODELAS_V50	D3343	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR4 PARA 50 BOTELI
VAR	RODELAS_V60	D3353	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR4 PARA 60 BOTELI
VAR	RODELAS_VF_REF	D2144	DWORD	0	REFERENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENC
VAR	SECUENCIA	D720	WORD	0	
VAR	SECUENCIA_ETIQUETADC	D710	WORD	N/A	
VAR	SECUENCIA_ETIQUETADC	D715	WORD	N/A	
VAR	SECUENCIA_ETIQUETADC	D700	WORD	0	
VAR	SECUENCIA_ETIQUETADC	D705	WORD	0	
VAR	SECUENCIA_SERVO	D3050	WORD	0	
VAR	SECUENCIA_SERVO2	D595	WORD	0	
VAR	SELLADOR	N/A [Auto]	MOTOR	N/A	
VAR	SELLADOR_AUTO_M	M292	BOOL	FALSE	AUTOMÁTICO DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_AUTO_VF_REF	D2180	DWORD	0	REFERENCIA AUTOMÁTICA DEL VARIADO
VAR	SELLADOR_CLOCK	M288	BOOL	FALSE	RELOJ DE 1HZ DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_CM	X32	BOOL	FALSE	CONFIRMACIÓN DE MARCHA DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_ET	D2188	DWORD	0	ELAPSED TIME DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_F_GENERAL	M293	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR 5
VAR	SELLADOR_FT	X33	BOOL	FALSE	FALLO DEL MOTOR5
VAR	SELLADOR_HMARCHA	D2164	DWORD	0	HORA DE MARCHA DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_HMI_ESTADO	D2172	DWORD	0	ESTADO DE LA HMI DEL MOTOR5
VAR	SELLADOR_HMI_F_CM	M291	BOOL	FALSE	FALLO DE CONFIRMACIÓN DE MARCHA D
VAR	SELLADOR_HMI_F_GENEH	M282	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_HMI_FTE	M285	BOOL	FALSE	FALLO TÉRMICO DEL MOTOR5 (HMI)
VAR	SELLADOR_HMI_OM_MA	M283	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA MANUAL DESDE
VAR	SELLADOR_HMI_RESET	M286	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR5
VAR	SELLADOR_HMI_RESET_H	M289	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR5
VAR	SELLADOR_HMI_SEÑAL_A	D2548	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SELLADOR_IND_VELOCID	D2540	WORD	0	INDICADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR5
VAR	SELLADOR_OFF_MOTOR	M296	BOOL	FALSE	APAGADO DEL MOTOR5
VAR	SELLADOR_OM	Y26	BOOL	N/A	OPERACION EN MARCHA DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_PE	M295	BOOL	FALSE	PARO DE EMERGENCIA DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_REMOTO	M280	BOOL	FALSE	CONTROL REMOTO DE MOTOR5
VAR	SELLADOR_SEÑAL_ANALO	D2544	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SELLADOR_TCM	D2168	DWORD	0	TIEMPO PARA FALLO DE ARRANQUE DE M
VAR	SELLADOR_TMARCHA	D2160	DWORD	0	TIEMPO DE MARCHA DE MOTOR 5
VAR	SELLADOR_V_MANUAL_H	D2176	DWORD	0	REFERENCIA MANUAL DEL VARIADOR DE
VAR	SELLADOR_V30	D3324	WORD	500	VELOCIDAD DEL MOTOR5 PARA 30 BOTELI
VAR	SELLADOR_V40	D3334	WORD	667	VELOCIDAD DEL MOTOR5 PARA 40 BOTELI
VAR	SELLADOR_V50	D3344	WORD	833	VELOCIDAD DEL MOTOR5 PARA 50 BOTELI
VAR	SELLADOR_V60	D3354	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR5 PARA 60 BOTELI
VAR	SELLADOR_VF_REF	D2184	DWORD	0	REFERENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENC
VAR	SENSOR_BOTELLA	X3	BOOL	N/A	
VAR	SENSOR_S1	X1	BOOL	N/A	
VAR	SENSOR_S2	X2	BOOL	N/A	
VAR	SERVO_SECUENCIA	M109	BOOL	FALSE	PASO PARA CONTINUAR SECUENCIA
VAR	SERVO1_AUTO_M	M312	BOOL	FALSE	AUTOMÁTICO DE SERVO1
VAR	SERVO1_AUTO_VF_REF	D2220	WORD	0	
VAR	SERVO1_CLOCK	M308	BOOL	FALSE	RELOJ DE 1HZ DE SERVO1
VAR	SERVO1_CM	X6	BOOL	FALSE	CONFIRMACIÓN DE MARCHA DE SERVO1
VAR	SERVO1_ENABLE	M72	BOOL	N/A	
VAR	SERVO1_ET	D2228	DWORD	0	ELAPSED TIME DE SERVO1
VAR	SERVO1_F_GENERAL	M313	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE SERVO1
VAR	SERVO1_FT	M73	BOOL	FALSE	FALLO DEL SERVO1

VARIABLES

VAR	SERVO1_F1	Nº	BOOL	FALSE	FALLO DEL SERVO1
VAR	SERVO1_HMARCHA	D2204	DWORD	0	HORA DE MARCHA DE SERVO1
VAR	SERVO1_HMI_ESTADO	D2212	DWORD	0	ESTADO DE LA HMI DEL SERVO1
VAR	SERVO1_HMI_F_CM	M311	BOOL	FALSE	FALLO DE CONFIRMACIÓN DE MARCHA D
VAR	SERVO1_HMI_F_GENERAL	M302	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE SERVO1
VAR	SERVO1_HMI_FTE	M305	BOOL	FALSE	FALLO TÉRMICO DEL SERVO1(HMI)
VAR	SERVO1_HMI_OM_MANU	M303	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA MANUAL DESDE
VAR	SERVO1_HMI_RESET	M306	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL SERVO1
VAR	SERVO1_HMI_RESET_H	M309	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL SERVO1
VAR	SERVO1_HMI_SEÑAL_ANALOG	D2558	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL S
VAR	SERVO1_HMI_VF_MAN_R	D2216	DWORD	0	REFERENCIA MANUAL DEL VARIADOR DE
VAR	SERVO1_IND_VELOCIDAD	D2550	WORD	0	INDICADOR DE VELOCIDAD DEL SERVO1
VAR	SERVO1_OFF_MOTOR	M316	BOOL	FALSE	APAGADO DEL SERVO1
VAR	SERVO1_OM	Y3	BOOL	N/A	OPERACION EN MARCHA DEL SERVO1
VAR	SERVO1_PE	M315	BOOL	FALSE	PARO DE EMERGENCIA DE SERVO1
VAR	SERVO1_REMOTO	M300	BOOL	FALSE	CONTROL REMOTO DE SERVO1
VAR	SERVO1_RES_ESCAL_IN	D2750	WORD	0	
VAR	SERVO1_SEÑAL_ANALOG	D2554	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL S
VAR	SERVO1_SPEEDZERO	Y20	BOOL	FALSE	FRENAR SERVO1
VAR	SERVO1_TCM	D2208	DWORD	0	TIEMPO PARA FALLO DE ARRANQUE DE SE
VAR	SERVO1_TMARCHA	D2200	DWORD	0	TIEMPO DE MARCHA DE SERVO1
VAR	SERVO1_V30	D3325	WORD	3000	VELOCIDAD DEL SERVO1 PARA 30BOTELLA
VAR	SERVO1_V40	D3335	WORD	4800	VELOCIDAD DEL SERVO1 PARA 40 BOTELLA
VAR	SERVO1_V50	D3345	WORD	5000	VELOCIDAD DEL SERVO1 PARA 50 BOTELLA
VAR	SERVO1_V60	D3355	WORD	6000	VELOCIDAD DEL SERVO1 PARA 60 BOTELLA
VAR	SERVO1_VF_REF	D2224	DWORD	0	REFERENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENC
VAR	SERVO2_AUTO_M	M332	BOOL	FALSE	AUTOMÁTICO DE SERVO2
VAR	SERVO2_AUTO_VF_REF	D2260	DWORD	0	REFERENCIA AUTOMÁTICA DEL VARIADO
VAR	SERVO2_CLOCK	M328	BOOL	FALSE	RELOJ DE 1HZ DE SERVO2
VAR	SERVO2_CM	X4	BOOL	FALSE	CONFIRMACIÓN DE MARCHA DE SERVO2
VAR	SERVO2_ENABLE	M74	BOOL	FALSE	HABILITAR SERVO 2
VAR	SERVO2_ET	D2268	DWORD	0	ELAPSED TIME DE SERVO2
VAR	SERVO2_F_GENERAL	M333	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE SERVO2
VAR	SERVO2_FT	X5	BOOL	FALSE	FALLO DEL SERVO2
VAR	SERVO2_HMARCHA	D2244	DWORD	0	HORA DE MARCHA DE SERVO2
VAR	SERVO2_HMI_ESTADO	D2252	DWORD	0	ESTADO DE LA HMI DEL SERVO2
VAR	SERVO2_HMI_F_CM	M331	BOOL	FALSE	FALLO DE CONFIRMACIÓN DE MARCHA D
VAR	SERVO2_HMI_F_GENERAL	M322	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE SERVO2
VAR	SERVO2_HMI_FTE	M325	BOOL	FALSE	FALLO TÉRMICO DEL SERVO2(HMI)
VAR	SERVO2_HMI_OM_MANU	M323	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA MANUAL DESDE
VAR	SERVO2_HMI_RESET	M326	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL SERVO2
VAR	SERVO2_HMI_RESET_H	M329	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL SERVO2
VAR	SERVO2_HMI_SEÑAL_ANALOG	D2568	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SERVO2_HMI_VF_MAN_R	D2256	DWORD	0	REFERENCIA MANUAL DEL VARIADOR DE
VAR	SERVO2_IND_VELOCIDAD	D2560	WORD	0	INDICADOR DE VELOCIDAD DEL SERVO2
VAR	SERVO2_OFF_MOTOR	M336	BOOL	FALSE	APAGADO DEL SERVO2
VAR	SERVO2_OM	Y1	BOOL	N/A	OPERACION EN MARCHA DEL SERVO2
VAR	SERVO2_PE	M335	BOOL	FALSE	PARO DE EMERGENCIA DE SERVO2
VAR	SERVO2_REMOTO	M320	BOOL	FALSE	CONTROL REMOTO DE SERVO2
VAR	SERVO2_SEÑAL_ANALOG	D2564	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SERVO2_SPEEDZERO	Y21	BOOL	FALSE	FRENAR SERVO2
VAR	SERVO2_TCM	D2248	DWORD	0	TIEMPO PARA FALLO DE ARRANQUE DE SE
VAR	SERVO2_TMARCHA	D2240	DWORD	0	TIEMPO DE MARCHA DE SERVO2
VAR	SERVO2_V30	D3326	WORD	3000	VELOCIDAD DEL SERVO2 PARA 30 BOTELLA
VAR	SERVO2_V40	D3336	WORD	4400	VELOCIDAD DEL SERVO2 PARA 40 BOTELLA
VAR	SERVO2_V50	D3346	WORD	5000	VELOCIDAD DEL SERVO2 PARA 50 BOTELLA
VAR	SERVO2_V60	D3356	WORD	6000	VELOCIDAD DEL SERVO2 PARA 60 BOTELLA
VAR	SERVO2_VF_REF	D2264	DWORD	0	REFERENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENC
VAR	START_AUTO_HMI	M102	BOOL	FALSE	INICIO DE LA SECUENCIA DE ETIQUETADO
VAR	STOP_MOTORES	M50	BOOL	FALSE	MANDA 0 A TODOS LOS MOTORES Y SERVO
VAR	SUJETADOR_HORIZONTAL	N/A [Auto]	MOTOR	N/A	
VAR	SUJETADOR_VERTICAL	N/A [Auto]	MOTOR	N/A	
VAR	SUJH_AUTO_M	M232	BOOL	FALSE	AUTOMÁTICO DE MOTOR2
VAR	SUJH_AUTO_VF_REF	D2060	DWORD	0	REFERENCIA AUTOMÁTICA DEL VARIADO
VAR	SUJH_CLOCK	M228	BOOL	FALSE	RELOJ DE 1HZ DE MOTOR2
VAR	SUJH_CM	X24	BOOL	FALSE	CONFIRMACIÓN DE MARCHA DE MOTOR2
VAR	SUJH_ET	D2068	DWORD	0	ELAPSED TIME DE MOTOR2
VAR	SUJH_F_GENERAL	M233	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR 2
VAR	SUJH_FT	X25	BOOL	FALSE	FALLO DEL MOTOR2
VAR	SUJH_HMARCHA	D2044	DWORD	0	HORA DE MARCHA DE MOTOR2
VAR	SUJH_HMI_ESTADO	D2052	DWORD	0	ESTADO DE LA HMI DEL MOTOR2
VAR	SUJH_HMI_F_CM	M231	BOOL	FALSE	FALLO DE CONFIRMACIÓN DE MARCHA D
VAR	SUJH_HMI_F_GENERAL	M222	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR2
VAR	SUJH_HMI_FTE	M225	BOOL	FALSE	FALLO TÉRMICO DEL MOTOR2(HMI)
VAR	SUJH_HMI_OM_MANUAL	M223	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA MANUAL DESDE
VAR	SUJH_HMI_RESET	M226	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR2
VAR	SUJH_HMI_RESET_H	M229	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR2
VAR	SUJH_HMI_SEÑAL_ANALOG	D2518	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SUJH_IND_VELOCIDAD	D2510	WORD	0	INDICADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR2
VAR	SUJH_OFF_MOTOR	M236	BOOL	FALSE	APAGADO DEL MOTOR2

VARIABLES

VAR	SUJH_OM	Y23	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA DE MOTOR2
VAR	SUJH_PE	M235	BOOL	FALSE	PARO DE EMERGENCIA DE MOTOR2
VAR	SUJH_REMOTO	M220	BOOL	FALSE	CONTROL REMOTO DE MOTOR2
VAR	SUJH_SEÑAL_ANALOGA	D2514	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SUJH_TCM	D2048	DWORD	0	TIEMPO PARA FALLO DE ARRANQUE DE M
VAR	SUJH_TMARCHA	D2040	DWORD	0	TIEMPO DE MARCHA DE MOTOR 2
VAR	SUJH_V_MANUAL_HMI	D2056	DWORD	0	REFERENCIA MANUAL DEL VARIADOR DE
VAR	SUJH_V30	D3321	WORD	500	VELOCIDAD DEL MOTOR2 PARA 30 BOTELI
VAR	SUJH_V40	D3331	WORD	650	VELOCIDAD DEL MOTOR2 PARA 40 BOTELI
VAR	SUJH_V50	D3341	WORD	800	VELOCIDAD DEL MOTOR2 PARA 50 BOTELI
VAR	SUJH_V60	D3351	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR2 PARA 60 BOTELI
VAR	SUJH_VF_REF	D2064	DWORD	0	REFERENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENC
VAR	SUJV_AUTO_M	M252	BOOL	FALSE	AUTOMÁTICO DE MOTOR3
VAR	SUJV_AUTO_VF_REF	D2100	DWORD	0	REFERENCIA AUTOMÁTICA DEL VARIADO
VAR	SUJV_CLOCK	M248	BOOL	FALSE	RELOJ DE 1HZ DE MOTOR3
VAR	SUJV_CM	X26	BOOL	FALSE	CONFIRMACIÓN DE MARCHA DE MOTOR3
VAR	SUJV_ET	D2108	DWORD	0	ELAPSED TIME DE MOTOR3
VAR	SUJV_F_GENERAL	M253	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR 3
VAR	SUJV_FT	X27	BOOL	FALSE	FALLO DEL MOTOR3
VAR	SUJV_HMARCHA	D2084	DWORD	0	HORA DE MARCHA DE MOTOR3
VAR	SUJV_HMI_ESTADO	D2092	DWORD	0	ESTADO DE LA HMI DEL MOTOR3
VAR	SUJV_HMI_F_CM	M251	BOOL	FALSE	FALLO DE CONFIRMACIÓN DE MARCHA D
VAR	SUJV_HMI_F_GENERAL	M242	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL DE MOTOR3
VAR	SUJV_HMI_FTE	M245	BOOL	FALSE	FALLO TÉRMICO DEL MOTOR3 (HMI)
VAR	SUJV_HMI_OM_MANUAL	M243	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA MANUAL DESDE
VAR	SUJV_HMI_RESET	M246	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR3
VAR	SUJV_HMI_RESET_H	M249	BOOL	FALSE	RESET DE HMI DEL MOTOR3
VAR	SUJV_HMI_SEÑAL_ANALOGA	D2528	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SUJV_IND_VELOCIDAD	D2520	WORD	0	INDICADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR3
VAR	SUJV_OFF_MOTOR	M256	BOOL	FALSE	APAGADO DEL MOTOR3
VAR	SUJV_OM	Y24	BOOL	FALSE	OPERACION EN MARCHA DE MOTOR3
VAR	SUJV_PE	M255	BOOL	FALSE	PARO DE EMERGENCIA DE MOTOR3
VAR	SUJV_REMOTO	M240	BOOL	FALSE	CONTROL REMOTO DE MOTOR3
VAR	SUJV_SEÑAL_ANALOGA	D2524	WORD	0	SEÑAL ANALOGA DE LA VELOCIDAD DEL M
VAR	SUJV_TCM	D2088	DWORD	0	TIEMPO PARA FALLO DE ARRANQUE DE M
VAR	SUJV_TMARCHA	D2080	DWORD	0	TIEMPO DE MARCHA DE MOTOR 3
VAR	SUJV_V_MANUAL_HMI	D2096	DWORD	0	REFERENCIA MANUAL DEL VARIADOR DE
VAR	SUJV_V30	D3322	WORD	500	VELOCIDAD DEL MOTOR3 PARA 30 BOTELI
VAR	SUJV_V40	D3332	WORD	667	VELOCIDAD DEL MOTOR3 PARA 40 BOTELI
VAR	SUJV_V50	D3342	WORD	833	VELOCIDAD DEL MOTOR3 PARA 50 BOTELI
VAR	SUJV_V60	D3352	WORD	1000	VELOCIDAD DEL MOTOR3 PARA 60 BOTELI
VAR	SUJV_VF_REF	D2104	DWORD	0	REFERENCIA DEL VARIADOR DE FRECUENC
VAR	TEMPORIZADOR	M107	BOOL	FALSE	TEMPORIZADOR PARA SEROS
VAR	TIEMPO_SERVO	D3060	WORD	100	TIEMPO ESPERA SERVOS
VAR	TIEMPO_TON	D580	WORD	3	
VAR	VEL_BAND_TRANSP	D500	DWORD	0	VELOCIDAD ESCALADA (0-100) (0-1950) DEL
VAR	VEL_RODELAS	D600	WORD	0	VELOCIDAD ESCALADA (0-100) (0-370 DE LO
VAR	VEL_SELLADOR	D605	WORD	0	VELOCIDAD ESCALADA (0-100) (0-3000) DEL
VAR	VEL_SUJH	D505	WORD	0	VELOCIDAD ESCALADA (0-100) (0-1550) DEL
VAR	VEL_SUJV	D510	WORD	N/A	VELOCIDAD ESCALADA (0-100) (0-4000) DEL

ANEXO G

MANUAL DE USUARIO MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS OLR-R

Tabla de Contenidos

Pantalla Principal	3
Elementos de la parte inferior	3
Botón Inicio	3
Botón Configuración	4
<i>Seteo de Velocidades</i>	4
Botón Alarmas	4
Contador de Botellas y Paro de Emergencia	5
Elementos de la parte superior	6
Indicador de Estado	6
Menú	6
Modo Manual	6
Modo Automático	7

MANUAL DE USUARIO MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS OLR-R

En este documento se describirá el funcionamiento de la interfaz gráfica de la máquina etiquetadora de botellas.

Con la finalidad de facilitar la comprensión de este manual, se incluyen gráficos explicativos.

Pantalla Principal

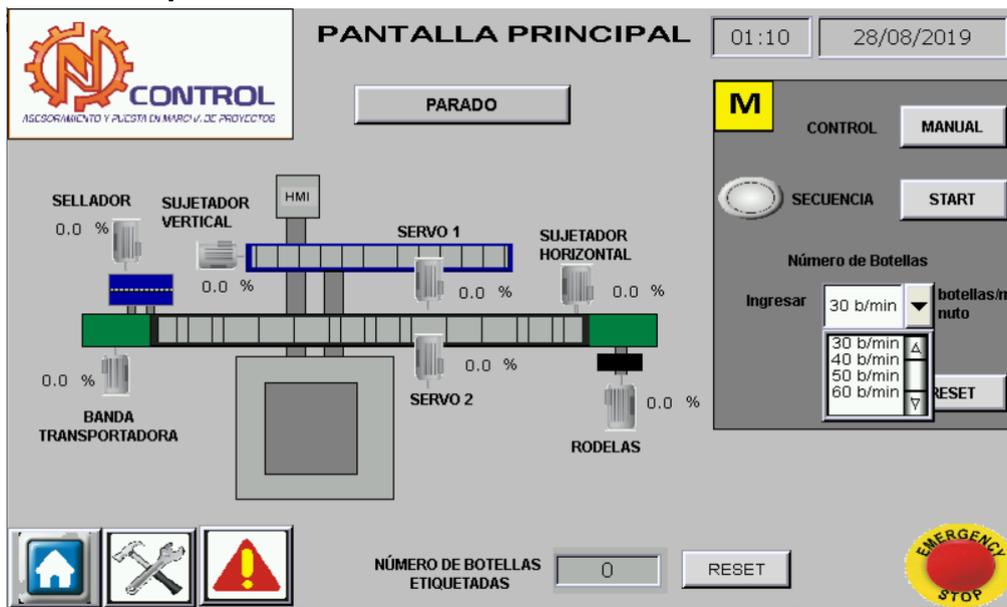


Ilustración 1: Pantalla Principal

En la ilustración 1 se aprecia la pantalla principal del programa en ella se muestra un esquema de la máquina con todos los motores, la fecha y hora; y también elementos que serán explicados más adelante.

Elementos de la parte inferior

En la parte inferior se encuentran los botones: *inicio*, *configuración* y *alarmas*; el *contador de botellas etiquetadas* y el *paro de emergencia* como se pueden ver en la ilustración 2.



Ilustración 2: Botones de Navegación

Botón Inicio

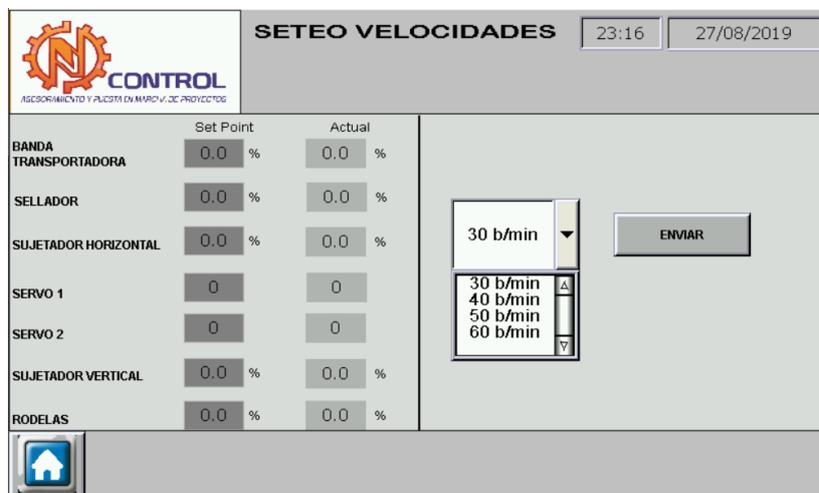
El botón *inicio* sirve para regresar a la pantalla principal, este botón está presente en todas las ventanas.

Botón Configuración

El botón *configuración* despliega la ventana para la configuración de las velocidades.

Seteo de Velocidades

El programa tiene establecido los porcentajes de velocidades de cada motor y servomotor para cada ciclo de botellas por minuto, sin embargo, si el operador cree necesario modificar estos valores lo puede hacer en esta ventana, primero seleccionando la cantidad de botellas por minuto, luego deberá ingresar el valor de la velocidad de 1 a 100, para los motores, y de 0 a 6500, para servomotores, en los recuadros de setpoint de cada elemento, finalmente se debe presionar el botón *enviar* para guardar los cambios.



	Set Point	Actual
BANDA TRANSPORTADORA	0.0 %	0.0 %
SELLADOR	0.0 %	0.0 %
SUJETADOR HORIZONTAL	0.0 %	0.0 %
SERVO 1	0	0
SERVO 2	0	0
SUJETADOR VERTICAL	0.0 %	0.0 %
RODELAS	0.0 %	0.0 %

30 b/min

30 b/min
40 b/min
50 b/min
60 b/min

ENVIAR

Ilustración 3: Ventana de seteo de velocidades

Botón Alarmas

El botón *alarmas* despliega la ventana de la ilustración 4, donde aparece el listado de alarmas que están ocurriendo durante el proceso, las alarmas se pueden resetear por medio del botón *reset alarma*. Las alarmas se resetearán siempre y cuando hayan sido resueltas.

Al presionar el botón *histórico* se despliega la ventana de la ilustración 4 donde se muestra la fecha y hora del inicio y final de cada alarma ocurrida, los círculos indican cuando iniciaron las alarmas y las equis cuando finalizaron.



Ilustración 4: Listado de alarmas



Ilustración 5: Histórico de alarmas

Contador de Botellas y Paro de Emergencia

El resto de elementos que conforman la parte inferior de la ventana principal son el contador de botellas y el paro de emergencia y se muestran en la ilustración 6. El contador de botellas lleva la cuenta de la cantidad de botellas que se etiquetan en cada proceso, cuenta con su respectivo botón de reset; el paro de emergencia detiene el proceso de etiquetado siempre que sea presionado.



Ilustración 6: Elementos de la parte inferior de la pantalla principal

Elementos de la parte superior

Indicador de Estado

En la parte superior se encuentra el indicador de estado, que muestra en que parte del proceso de etiquetado se encuentra la máquina, sus 4 estados se muestran en la ilustración 7.



Ilustración 7: Indicador de estado de proceso

Menú

Se encuentra en la parte derecha de la pantalla principal, aquí se puede elegir en qué modo se desea trabajar, se puede iniciar, detener y reiniciar el proceso de etiquetado y por último se puede elegir la cantidad de botellas a etiquetar en un minuto.



Ilustración 8: Menú

Modo Manual

La máquina etiquetadora cuando se enciende inicia de manera predeterminada en modo manual, en este modo el usuario debe ingresar el porcentaje de velocidad de cada motor y la velocidad en pulsos de cada servomotor; estos valores se ingresan en las ventanas emergentes que aparecen al presionar el gráfico que representa cada elemento, como se puede apreciar en la ilustración 8. Para iniciar el proceso se debe presionar el botón *start*



Ilustración 9: Ventana emergente de motor

Las ventanas emergentes de cada motor permiten: encender, apagar y resetear el motor; ingresar un valor de 0 a 100% para la velocidad, muestran el valor de la velocidad actual y las horas de trabajo del motor.

Nota:

- Cuando el control está en modo *manual* se bloquea la lista de número de botellas por minuto
- Cuando el control está en modo *manual* aparece una M con fondo amarillo a lado del botón de *control* como se puede ver en la ilustración 9.

Modo Automático

Se debe presionar el botón de *control* para que el proceso pase a modo *Auto*, como se ve en la ilustración 10, una vez seleccionada la cantidad de botellas que se desean etiquetar, se procede a presionar el botón *start* para que inicie el etiquetado automático



Ilustración 10: Proceso en modo automático

Nota:

- Cuando el control está en modo *auto* se bloquean las ventanas emergentes de cada motor
- Se puede ver el porcentaje de velocidad establecido para cada motor y cada ciclo de botellas en la ventana de *seteo de velocidades*.
- Aparece una letra A de fondo verde a lado izquierdo del botón de *control* cuando la máquina trabaja en modo automático, como se puede ver en la ilustración

ANEXO H



Mira, 25 de junio de 2020

Ing. Diego Ortiz, Msc.

Coordinador CIME

Por medio de la presente, agradecemos el trabajo realizado por el estudiante: Sr. Alex Jahir Campoverde Revilla con cédula de identidad número 100402940-9, quien se desempeñó en el proyecto "Automatización de una máquina etiquetadora de botellas de aceite de aguacate" en nuestra empresa, como parte de su trabajo de titulación, demostrando puntualidad y responsabilidad, cumpliendo con lo acordado en cuanto al funcionamiento de la máquina etiquetadora de botellas.

Atentamente,

Gerente De Producción Industrial

Mcs. Yolimar Gandica Guerrero

C.I. 1759021213

UYAMAFARMS S. A.
MIRA - CARCHI