



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TEMA:

**REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA
MÁQUINA PERFILADORA DE ACERO A36 Y GALVANIZADO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Electrónico

AUTOR:

KENNY STEVEN VARGAS SÁNCHEZ

TUTOR:

ING. BYRON LIMA MSC

Guayaquil – Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Kenny Steven Vargas Sánchez con documento de identificación N° 0930626320 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 30 de Septiembre del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Kenny Vargas S." with a horizontal line underneath.

Kenny Steven Vargas Sánchez

0930626320

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Kenny Steven Vargas Sánchez con documento de identificación N° 0930626320, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Repotenciación del sistema de control de la máquina perfiladora de acero a36 y galvanizado”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento de hacer la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de Septiembre del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Kenny Vargas S." with a horizontal line underneath.

Kenny Steven Vargas Sánchez

0930626320

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Byron Lima Cedillo con documento de identificación N° 0921971768 , docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE ACERO A36 Y GALVANIZADO, realizado por Kenny Vargas Sánchez con documento de identificación N° 0930626320, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 30 de Septiembre del 2022

Atentamente,



Ing. Byron Lima Cedillo MSc.

0921971768

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todo aquel que entrega su vida a adquirir y compartir conocimiento, por mero capricho, por pasión, por la búsqueda de la “verdad”.

Kenny Vargas.

Agradecimientos

A Dios, que me dio fuerzas y sabiduría en días de angustia. A mis padres por su inagotable esfuerzo y cariño. Al Ing. David Barrios. A Friedrich Nietzsche por su filosofía respecto a la voluntad de poder y más allá del bien y del mal. Y a mi perro Cody, que en paz descanse.

Kenny Vargas.

Resumen

El sistema de control de “corte al vuelo” (corte es realizado con el fleje o lamina de acero en movimiento a través de cada paso o matriz que le van dando forma de manera consecutiva hasta llegar al producto deseado) que estuvo implementado en la perfiladora por un método que implica relé de contactos, sensor con retardos de activación, encoder ubicado en posición desfavorable para medición precisa y lógica de configuración ineficiente, no satisfizo las demandas de producción y calidad, debido a su bajo rendimiento en la precisión y exactitud del corte al aumento de velocidad.

El objetivo de este proyecto fue repotenciar totalmente el sistema de control de la máquina, la cual consta de tres etapas principales, formador, dispositivo de corte y mesa de volteo (estructura metálica con rodillos locos encima que tiene acoplado dos pistones en la parte baja para hacer girar la estructura superior 60° para sacar el perfil de la línea de producción). Se unificó estas tres etapas en un solo sistema de control usando un PLC S7 1200 con un módulo de salidas digitales por transistor, usado para activar las electroválvulas neumáticas de 24VDC, mismas que son las encargadas de controlar el paso de aire presurizado que expande una boya de presión responsable de bajar una cuchilla de corte. Además, se ubicó el encoder en la línea del perfil para medir con precisión la cantidad de material a cortar, por medio de la función de contadores rápidos con interrupción de hardware. Por otro lado, se implementó una interface HMI para la facilidad de configuración de los parámetros. El costo del sistema propuesto fue de \$3426.07. Con esto, según los indicadores, se logró reducir la desviación estándar de 9.79mm a 0mm.

Palabras claves: Encoder / Perfiles / Acero / HMI / PLC / Automatización.

Abstract

The flying cut control system that was implemented in the rollformer by a method that involves relay contacts, sensor with activation delays, encoder located in an unfavorable position for precise measurement and inefficient configuration logic, did not satisfy the demands of production and quality, due to its low performance in the precision and accuracy of the cut at the increase in speed.

The objective of this project was to fully reprogram the machine control system, which consists of three main stages, former, cutting table and turning table. These three stages were unified in a single control system using a PLC S7 1200 with a transistor digital output module, used to activate the 24VDC pneumatic solenoid valves, which are responsible for controlling the passage of pressurized air that expands a buoy. of pressure responsible for lowering a cutting blade. In addition, the encoder was located on the profile line to accurately measure the amount of material to be cut, through the fast counter function with hardware interruption. On the other hand, an HMI interface was implemented for easy parameter configuration. The cost of the proposed system was \$3426.07. With this, according to the indicators, it was possible to reduce the standard deviation from 9.79mm to 0mm.

Keywords: Encoder / Profiles / Steel / HMI / PLC / Automation

Índice General

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ...	2
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	3
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimientos	6
Resumen.....	7
Abstract	8
Índice General	9
Índice de Figuras	12
Índice de Tablas	17
Introducción	18
1. El Problema.....	19
1.1 Planteamiento del problema	19
1.2 Importancia y Alcance.....	19
1.3 Delimitación	20
1.4 Objetivos	21
2. Fundamentos Teóricos	22
2.1 Perfiladora de acero	22
2.2 Perfiladora	22

2.3	Dispositivo de Corte	26
2.5	Controlador Lógico Programable (PLC).....	30
2.6	Pantalla HMI.....	31
2.7	Contadores rápidos	32
2.8	Módulo de salidas digitales por transistor	32
2.9	Cilindro Neumático	33
2.10	Cilindros de simple efecto	34
2.11	Dispositivo de recogida	34
2.12	Consola de control	35
3.	Marco Metodológico	36
3.1	Descripción del sistema.....	36
3.2	Selección del controlador lógico programable	39
3.3	Selección del módulo de salidas digitales.....	39
3.4	Fuente de 24VDC.....	40
3.5	Modelar comportamiento de encoder mediante sistema lineal de ecuaciones.....	40
3.6	Arquitectura de red.....	42
3.7	Programación de controlador lógico programable	44
3.8	Diseño y programación de pantalla HMI	47
4.	Resultados y comparaciones.....	50
4.1	Comparación de la exactitud del corte entre sistema obsoleto y sistema repotenciado con un Setpoint de 6008mm.	50
4.2	Mejora en productividad	51
	Conclusiones.....	54

Recomendaciones.....	55
Bibliografía	56
Anexos	57
Anexo 1: Programación del PLC - Main (OB1)	57
Anexo 2: Programación del PLC – Hardware interrupt (OB40)	71
Anexo 3: Tabla de variables de programación.....	74
Anexo 4: Hoja del departamento de Calidad, longitud de perfil.....	77
Anexo 5: Paquete de acero con variación de longitud, sistema obsoleto.....	78
Anexo 6: Paquete de acero sin variación de longitud, sistema repotenciado.....	80
Anexo 7: Consola de control obsoleta.	81
Anexo 8: Consola de control repotenciada	83
Anexo 10: Sensor fotoeléctrico para corte de sistema obsoleto.....	85
Anexo 11: Programación Pantalla HMI.....	86

Índice de Figuras

Fig. 1 Vista de la Empresa Ferro Torre S.A.	20
Fig. 2 Partes de una máquina Perfiladora.....	22
Fig. 3 Perfiladora, pasos, caja de transmisión y matricería.....	24
Fig. 4 Placa de motor para la perfiladora.....	24
Fig. 5 Placa de Variador para la perfiladora.....	25
Fig. 6 Variador para motor de perfiladora	25
Fig. 7 Pistón de sujeción de cuchillas	26
Fig. 8 Tanque pulmón de presión	27
Fig. 9 Boya de presión.....	27
Fig. 10 Electroválvulas neumáticas para boya de presión	28
Fig. 11 Placa de Electroválvula neumática para boya de presión	28
Fig. 12 Electroválvula neumática para pistón de sujeción de cuchillas	29
Fig. 13 Partes de un Encoder.....	30
Fig. 14 PLC S7 1200 1214C AC DC RLY	31
Fig. 15 Pantalla SIEMENS SIMATIC HMI KTP 700	32
Fig. 16 Módulo de salidas digitales siemens SM1222 para s7 1200.....	33
Fig. 17 Cilindro neumático. Elementos principales de que consta.	33
Fig. 18 Sección de un cilindro de simple efecto y principio de funcionamiento	34
Fig. 19 Dispositivo de recogida de producto	35
Fig. 20 Base para encoder	36
Fig. 21 Máquina perfiladora Yoder 2.....	37
Fig. 22 Presión para pistón de desfogue	38

Fig. 23 Presión en tanque pulmón para boya de presión.....	38
Fig. 24 PLC S7 1200 1214C AC DC RLY	39
Fig. 25 Módulo de salidas digitales siemens SM1222 para s7 1200.....	40
Fig. 26 Conexión en Tia Portal de PLC Y HMI.....	42
Fig. 27 Parámetros de red de PLC	43
Fig. 28 Parámetros de red de pantalla HMI	43
Fig. 29 Diagrama de Flujo	44
Fig. 30 Parámetro general de contador rápido HSC_1	45
Fig. 31 Parámetro función de contador rápido HSC_1	45
Fig. 32 Parámetro entradas de hardware de contador rápido HSC_1.....	45
Fig. 33 Parámetro dirección de contador rápido HSC_1.....	46
Fig. 34 Parámetro general de contador rápido HSC_2.....	46
Fig. 35 Parámetro función de contador rápido HSC_2	46
Fig. 36 Parámetro entradas de hardware de contador rápido HSC_2	47
Fig. 37 Parámetro dirección de contador rápido HSC_2.....	47
Fig. 38 Pantalla de inicio de HMI	48
Fig. 39 Modo manual de pantalla HMI	48
Fig. 40 Modo automático de pantalla HMI	49
Fig. 41 Gráfica de muestreo longitud de corte entre sistema obsoleto y repotenciado	50
Fig. 42 Reporte de producción 2021 Yoder 2 en correa G 80X40X15X6000X2mm.....	52
Fig. 43 Reporte de producción 2022 Yoder 2 en correa G 80X40X15X6000X2mm.....	53
Fig. 44 Programación OB1 Parte1.....	57
Fig. 45 Programación OB1 Parte2.....	58

Fig. 46 Programación OB1 Parte3.....	59
Fig. 47 Programación OB1 Parte4.....	60
Fig. 48 Programación OB1 Parte5.....	61
Fig. 49 Programación OB1 Parte6.....	62
Fig. 50 Programación OB1 Parte7.....	62
Fig. 51 Programación OB1 Parte8.....	63
Fig. 52 Programación OB1 Parte9.....	64
Fig. 53 Programación OB1 Parte10.....	65
Fig. 54 Programación OB1 Parte11.....	66
Fig. 55 Programación OB1 Parte12.....	67
Fig. 56 Programación OB1 Parte13.....	68
Fig. 57 Programación OB1 Parte14.....	69
Fig. 58 Programación OB1 Parte15.....	70
Fig. 59 Programación OB40 Parte1.....	71
Fig. 60 Programación OB40 Parte2.....	72
Fig. 61 Programación OB40 Parte3.....	73
Fig. 62 Tabla de variables Parte1.....	74
Fig. 63 Tabla de variables Parte2.....	75
Fig. 64 Tabla de variables Parte3.....	76
Fig. 65 Reporte de calidad en la longitud del perfil con sistema antiguo.....	77
Fig. 66 Reporte de calidad en la longitud del perfil con sistema repotenciado.....	77
Fig. 67 Paquete de acero con variación de longitud foto1.....	78
Fig. 68 Paquete de acero con variación de longitud foto2.....	79

Fig. 69 Paquete de acero sin variación de longitud	80
Fig. 70 Consola de control obsoleta vista externa	81
Fig. 71 Consola de control obsoleta vista interna	81
Fig. 72 Consola de control obsoleta vista de conexión elementos de maniobra	82
Fig. 73 Consola de control repotenciado vista externa	83
Fig. 74 Consola de control repotenciado vista interna	83
Fig. 75 Consola de control repotenciada vista de conexión elementos de maniobra	84
Fig. 76 Sensor fotoeléctrico para sistema de corte anterior	85
Fig. 77 Programación HMI Manual parte 1	86
Fig. 78 Programación HMI Manual parte 2	86
Fig. 79 Programación HMI Manual parte 3	87
Fig. 80 Programación HMI Manual parte 4	87
Fig. 81 Programación HMI Manual parte 5	88
Fig. 82 Programación HMI Manual parte 6	88
Fig. 83 Programación HMI Manual parte 7	89
Fig. 84 Programación HMI Automático parte1	89
Fig. 85 Programación HMI Automático parte2	90
Fig. 86 Programación HMI Automático parte3	90
Fig. 87 Programación HMI Automático parte4	91
Fig. 88 Programación HMI Automático parte5	92
Fig. 89 Programación HMI Automático parte6	93
Fig. 90 Programación HMI Automático parte7	93
Fig. 91 Programación HMI Automático parte8	94

Fig. 92 Programación HMI Imagen Raíz parte1.....94

Fig. 93 Programación HMI Imagen Raíz parte2.....95

Fig. 94 Programación HMI Imagen Raíz parte3.....95

Fig. 95 Programación HMI Imagen Raíz parte4.....96

Fig. 96 Documento de entrega proyecto técnico.....97

Índice de Tablas

Tabla 1. Medidas estándar de producción de la máquina.....	23
Tabla 2. Muestras de longitud del perfil	50

Introducción

Las máquinas perfiladoras son dedicadas al proceso de conformado por deformación plástica. En perfilado el conformado consiste en una operación de plegado que se realiza de forma gradual en sucesivas estaciones, en cada una de las cuales tiene lugar una pasada, operación o etapa de dicho conformado. De este modo, la sección transversal de la chapa, fleje o lámina de acero se va aproximando etapa a etapa a la del perfil a obtener. (García, Castro, & Fernández, 2010)

Seguido del conformado está el dispositivo de corte (tema central de este proyecto), que, en este caso, será por “corte al vuelo”, es decir, el corte es realizado con el material (Fleje o lámina de acero) a una velocidad seteada mayor a 0m/min.

El presente proyecto consistió en la repotenciación del sistema de control de la máquina perfiladora de acero A36 y galvanizado para la empresa Ferro Torre S.A, que está ubicada en el km 14 ½ vía a Daule en el cantón Guayaquil. Los operadores de la máquina perfiladora tenían múltiples problemas constantes, como la baja producción, calidad deficiente del producto, e incluso dificultad en la logística de transporte por falta de un sistema de control más preciso e intuitivo. La repotenciación del sistema propuesto, disminuyó significativamente los errores en precisión y exactitud del corte, controlando la cantidad de perfil a cortar con un encoder y activando las electroválvulas con salida por transistor con tiempo de retardo despreciable. Se utilizó un PLC y una pantalla HMI, para controlar el sistema e ingresar parámetros de medida y tiempos para la producción de los diferentes formatos que maneja la máquina.

El trabajo realizado se compone de cuatro capítulos, ¡el primero; detalla un estudio del problema que dieron motivación al proyecto, así como los tiempos, alcances, limitaciones y los objetivos a emprender. El segundo, sin pretender hondar en los temas de estudio, se presenta una información básica, pero lo suficientemente clara para sacar adelante el proyecto. El tercer capítulo, contiene la metodología empleada para desarrollar el proyecto, con sus respectivos diseños y planos propuestos, así como tablas de cálculos y criterios del uso de herramientas. El cuarto y último, muestra los resultados obtenidos del sistema implementado, tablas comparativas de calidad del perfil con respecto a su longitud y tiempos de producción.

1. El Problema

1.1 Planteamiento del problema

El sistema obsoleto de la perfiladora Yoder constaba de un dispositivo de corte, cuyo objetivo de corte es 6000mm, sin embargo, tenía un margen de error de 6000mm a 6025mm. Tiempo atrás este margen de error no representaba un problema significativo para la industria ya que los perfiles hechos por esta maquinaria eran para venta local ecuatoriana y se producían a pequeña escala. La demanda de perfiles de acero a nivel internacional ha incrementado llevando a la industria a exportar este tipo de perfiles. Los contenedores en los cuales se exportaban los perfiles de acero miden 12032mm aproximadamente, por lo tanto, el margen de error que tenía la perfiladora representaba un problema en el transporte de estos perfiles ya que no entran en los contenedores. Además, como se producía a gran escala, los milímetros de más que se corta en ocasiones llegan a generar pérdidas económicas considerables en desperdicio de materia prima. Por otra parte, los sensores usados para el corte de la máquina estaban ubicados en una posición vulnerable a daños, por lo que el periodo de cambio por su obsolescencia era bastante alto. Para realizar un corte más preciso se disminuía la velocidad de producción de la maquinaria, lo que genera una producción baja. Mediante la programación de un PLC más robusto con una capacidad de reacción rápida usando "contadores rápidos" con interrupción de hardware, una pantalla HMI, implementación de un sensor de medición más exacto, con tiempo de retardo despreciable, e implementación del sensor en zona estratégica se planteó la mejora del sistema de corte. Además, se eliminaron sensores redundantes y por lo tanto se redujo el gasto en mantenimiento.

1.2 Importancia y Alcance

Este proyecto contribuye a un mejor desarrollo de la producción de perfiles, logística en transporte, calidad y mantenimiento, en la empresa Ferro Torre S.A. En el departamento de producción, ayudando a aumentar la velocidad de la máquina para mejorar su eficiencia. En el grupo de logística para que los perfiles de acero tengan una longitud exacta y puedan caber en los contenedores. En el equipo de calidad teniendo un perfil de medida acorde a las normas. En el departamento de mantenimiento, reduciendo el número de sensores y actuadores con daños frecuentes. La repotenciación de esta máquina busca aportar de

manera constructiva a los diferentes departamentos que tienen inconvenientes con el sistema obsoleto de control en la máquina.

1.3 Delimitación

1.3.1 Temporal

El proyecto se realizó durante el periodo académico 60 y 61 del año 2022.

1.3.2 Espacial

Se desarrolló para el uso y beneficio de la empresa Ferro Torre S.A ubicada en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Km 14 ½ Vía a Daule. Como se puede apreciar en la Fig. 1.



Fig. 1 Vista de la Empresa Ferro Torre S.A.

(Earth, 2005)

1.3.3 Académica

El proyecto propuesto cumple con las medidas solicitadas por la Universidad Politécnica Salesiana basado en su grado investigativo y modelo de presentación para proyectos de titulación, además se aplicó conocimientos técnicos adquiridos durante todo el proceso de estudio en materias como: Automatización 1 y 2, Electrónica Digital, Dinámica 1 y 2, Sensores y transductores. El trabajo implica a la investigación de otras áreas del conocimiento técnico, como la neumática y resistencia de materiales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Repotenciar el sistema de control de corte actual para perfiladora ("YODER") mediante el uso de autómata programable e interfaz de hombre-maquina.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Modelar el comportamiento del encoder mediante un sistema lineal de ecuaciones para identificar la proporcionalidad de los pulsos con la longitud del perfil.
- Diseñar interfaz hombre – máquina (HMI) incluyendo comunicación HMI Y PLC en tiempo real.
- Implementar contadores rápidos en un PLC para atenuar el error en el corte, posteriormente hacer pruebas del sistema de corte mejorado calculando tiempos para recuperación del tanque de presión.

2. Fundamentos Teóricos

2.1 Perfiladora de acero

Las perfiladoras son máquinas que mediante la deformación plástica realiza el plegado de flejes de acero de forma gradual en sucesivas estaciones o pasos, en cada una de las cuales tiene lugar una pasada, operación o etapa de dicho conformado. Esto se hace gracias a un sistema de transmisiones conectado a un motor, controlado por un variador de velocidad, que está programado según las necesidades de operación.

Para su estandarización comercial, luego del proceso de conformado, pasan por un dispositivo de corte, encargada de dividir el perfil en tiras de 6000mm (puede cambiar en ocasiones especiales), que, en el caso de este proyecto de titulación, se llevó a cabo mediante un corte al vuelo, es decir el corte del perfil se realiza sin parar el conformado a una velocidad constante o variable mayor a 0m/min. Por último y no menos importante, está la mesa de volteo, la cual tiene la misión de sacar los perfiles de acero cortados que se encuentran en la línea de producción y acumularlos para su posterior empaquetado.

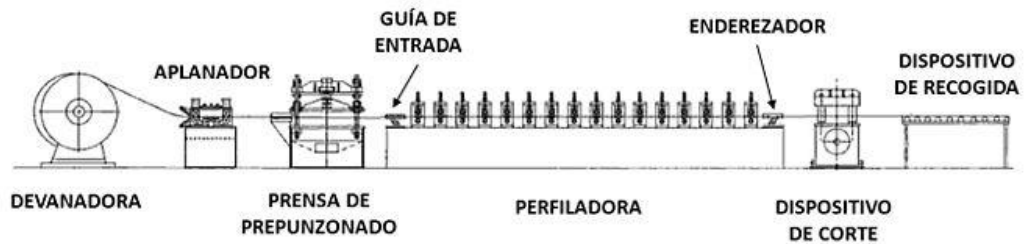


Fig. 2 Partes de una máquina Perfiladora

(Meza, 2018)

2.2 Perfiladora

La perfiladora consta de varias matrices arregladas de manera estratégica para que el "fleje" o lámina de acero se moldé de forma continua y sin estropear el material, en cada etapa o paso de matriz de la perfiladora, mismas que cuentan con una caja de transmisión independiente. Para mover todas estas cajas de transmisión la perfiladora consta de un motor trifásico de 50 hp a 460VAC con 1780 RPM controlado mediante un variador de velocidad trifásico de 70 hp a 480VAC con conexión de resistencias de frenado independientes. En la parte mecánica cuenta con cajas de transmisión interconectadas por cada paso y una transmisión por banda del motor a las cajas de transmisión. La máquina produce correas de

acero, omegas, canales y ángulos, a continuación, se muestra la Tabla 1.

Producto	Espesor		
	Medida	Desde	Hasta
Ángulos	20x20	2mm	4mm
	30x30	2mm	4mm
	50x50	2mm	4mm
Omegas	35x50x20	1.8mm	3mm
Canales	60x30	1.8mm	2mm
	80x40	1.8mm	2mm
	100x50	1.8mm	2mm
Correas	60	1.5mm	2mm
	80	1.5mm	2mm
	100	1.5mm	2mm

Tabla 1. Medidas estándar de producción de la máquina



Fig. 3 Perfiladora, pasos, caja de transmisión y matricería

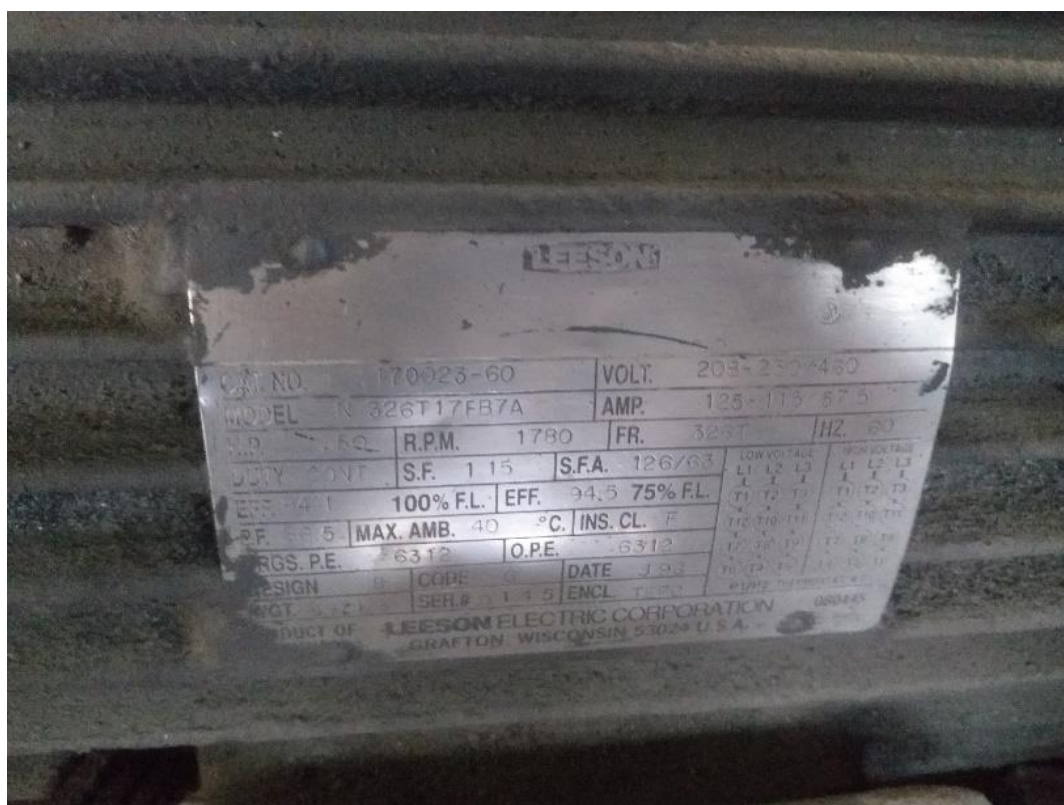


Fig. 4 Placa de motor para la perfiladora

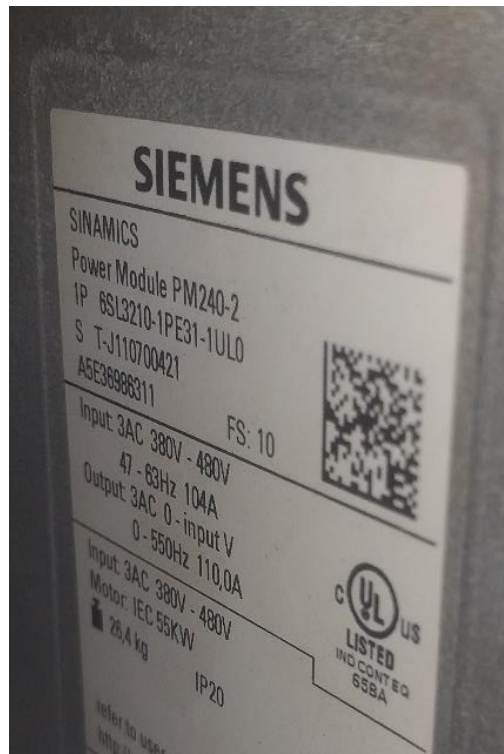


Fig. 5 Placa de Variador para la perfiladora



Fig. 6 Variador para motor de perfiladora

2.3 Dispositivo de Corte

2.3.1 Pistón de sujeción de cuchillas:

Este pistón neumático es de simple efecto, se mantiene presurizado a 60 psi cuando el perfil está en proceso de conformado para mantener la matriz de corte en su posición inicial, cuando el conteo está 400 mm antes de llegar a la longitud de corte seteada el pistón se despresuriza para que, al momento de realizar el corte, la base se deje llevar por el perfil que está aún en proceso de formación. Una vez realizado el corte, con las cuchillas arriba, el pistón se vuelve a presurizar para que la base de corte vuelva a su posición inicial. Todo esto ocurre en unos breves milisegundos, un proceso de fabricación que va a 60m/min.



Fig. 7 Pistón de sujeción de cuchillas

2.3.2 Tanque Pulmón:

El tanque pulmón, es un acumulador de aire comprimido que ayuda a mantener las condiciones ideales de presión (de 60 a 70 psi) y caudal que necesitan las cuchillas del dispositivo de corte para su correcto funcionamiento. Su volumen es de aproximadamente 215m³.



Fig. 8 Tanque pulmón de presión

2.3.3 Boya de presión:

La boya de presión es un tipo de boya neumática la cual tiene forma elíptica. El aire que ingresa en la boya de presión es condicionado por las electroválvulas, al presurizarse se expande en un espacio cerrado creando presión en todas las caras, empujando así la cuchilla móvil hacia abajo.



Fig. 9 Boya de presión

2.3.4 Electroválvulas neumáticas para boya de presión:

Dado el diseño original de la máquina, consta de 3 electroválvulas de rápido efecto 5/2, 24VDC con un consumo de corriente de 0.5A ubicadas encima del dispositivo de corte, son las responsables de presurizar la boya de presión y de este modo empujar la cuchilla móvil hacia abajo.



Fig. 10 Electroválvulas neumáticas para boya de presión



Fig. 11 Placa de Electroválvula neumática para boya de presión

2.3.5 Electroválvula neumática para pistón de sujeción de cuchillas.

Encargadas de dejar pasar aire comprimido en el momento exacto, después de un corte, cuando las cuchillas vuelven a su posición de inicio. La válvula es 5/2 de dos vías, de un extremo con activación por electroimán de 24VDC y del otro extremo por retorno con muelle.



Fig. 12 Electroválvula neumática para pistón de sujeción de cuchillas

2.4 Encoder

En pocas palabras, un encoder es un dispositivo de detección que proporciona una respuesta. Los Encoders convierten el movimiento en una señal eléctrica que puede ser leída por algún tipo de dispositivo de control en un sistema de control de movimiento, tal como un mostrador o PLC. El encoder envía una señal de respuesta que puede ser utilizado para determinar la posición, contar, velocidad o dirección. Un dispositivo de control puede usar esta información para enviar un comando para una función particular.

¿Cómo funciona un encoder?

Un haz de luz emitida por un LED pasa a través del disco de código, que está modelada con líneas opacas (muy similar a los radios de una rueda de bicicleta). A medida que el eje del

encoder gira, la viga de luz del LED es interrumpida por las líneas opacas en el disco de código antes de ser recogido por la Asamblea Foto detectora. Esto produce una señal de pulso: luz = encendido; sin luz = apagado. La señal se envía al contador o controlador, que a su vez activa la señal para producir la función deseada.

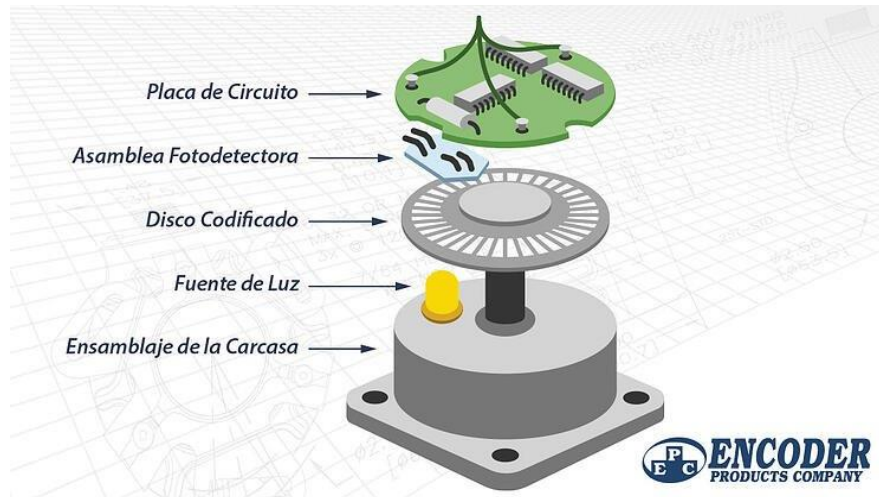


Fig. 13 Partes de un Encoder

(Company, s.f.)

¿Cuál es la diferencia entre los encoders absoluto y los encoders incrementales?

Los encoders pueden producir señales ya sea incrementales o absolutas. Las señales incrementales no indican la posición específica, sólo que la posición ha cambiado. Los Encoders absolutos, por otra parte, utilizan una "palabra" diferente para cada posición, lo que significa que un encoder absoluto proporciona tanto la indicación de que la posición ha cambiado y una indicación de la posición absoluta del encoder. (Company, s.f.)

2.5 Controlador Lógico Programable (PLC)

Es una computadora industrial que usa la ingeniería para la automatización de procesos y tiene como finalidad, que las máquinas desarrollen efectivamente todos los sistemas que la componen. Gracias a estas bondades los PLC se han convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo tecnológico de las industrias y todo el entorno social.

La operatividad del PLC está basada en procesos periódicos y de sucesión.

Algunas características de los PLC

- Controlan las entradas y salidas de manera segura
- Poseen una programación compatible con distintos lenguajes
- Interfaz amigable que facilita la comunicación con el usuario
- Conexión a sistemas de supervisión
- Ejecutan la programación de forma continuada
- Memorias divididas en dos partes

Este conjunto de características permite diagnosticar las distintas señales dentro de un proceso, arrojando resultados compatibles con la programación. Es importante destacar que dicha programación puede ser reconfigurada, en caso de requerirlo. (GSL, 2022)



Fig. 14 PLC S7 1200 1214C AC DC RLY

(CITY, 2022)

2.6 Pantalla HMI

Los sistemas de control industrial siguen avanzando y, en el mundo actual, las tareas de los operarios pueden cambiar con frecuencia. Para gestionar esta complejidad, se necesita flexibilidad y usabilidad en los controles. Esta es la ventaja de la HMI.

HMI son las siglas de human-machine interface y se refieren a un panel que permite a un usuario comunicarse con una máquina, software o sistema. Técnicamente, se puede referir a cualquier pantalla que se use para interactuar con un equipo, pero se utiliza normalmente para las de entornos industriales. Las HMI muestran datos en tiempo real y permiten al usuario controlar las máquinas con una interfaz gráfica de usuario.

En un entorno industrial una HMI puede tener distintas formas. Puede ser una pantalla independiente, un panel acoplado a otro equipo o una tablet. Da igual su aspecto; su uso principal es permitir a los usuarios visualizar los datos operativos y controlar las máquinas. Los operarios pueden usar una HMI para, por ejemplo, ver qué cintas transportadoras están encendidas o ajustar la temperatura de un depósito de agua industrial. (GmbH, 2022)



Fig. 15 Pantalla SIEMENS SIMATIC HMI KTP 700

(SIEMENS, 2015)

2.7 Contadores rápidos

Los contadores rápidos es una función particular que ofrecen los PLC para detectar pulsos (cambios de nivel bajo a alto) de encoder u otros dispositivos. Generalmente se utilizan para llegar un registro de cantidad, velocidad lineal, velocidad angular, aceleración lineal, aceleración angular, frecuencia en algún proceso determinado.

Los contadores rápidos suelen pertenecer a un módulo independiente del Hardware del CPU ya que las situaciones externas se ejecutarán más rápido que el ciclo de CPU.

2.8 Módulo de salidas digitales por transistor

El módulo de salidas digitales por transistor es un elemento complementario al PLC s71200. Se utiliza generalmente para actuadores cuyo efecto de retardo mecánico en los relés es un problema debido a la velocidad de trabajo a la cual está parametrizada la operación a programar, debido a su estructura por transistor PNP, su frecuencia de conmutación puede

alcanzar valores más altos que un relé, además no existen desgastes mecánicos ni formación de arcos eléctricos.



Fig. 16 Módulo de salidas digitales siemens SM1222 para s7 1200

(Siemens, 2021)

2.9 Cilindro Neumático

Los cilindros neumáticos son, por regla general, los elementos que realizan el trabajo. Su función es la de transformar la energía neumática en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de carrera de avance y carrera de retroceso. (Salvador, 1993).

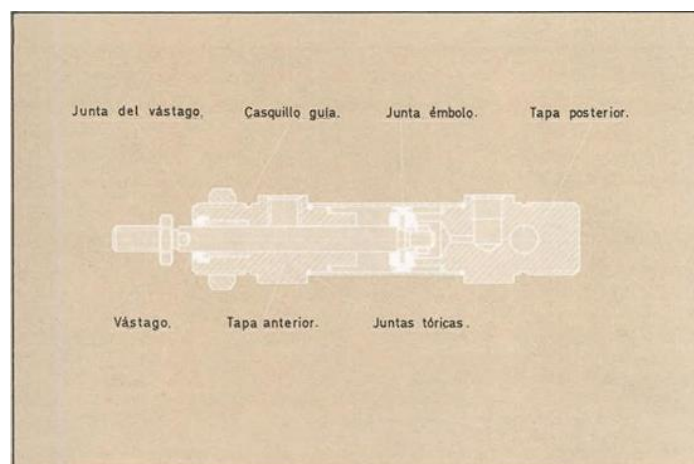


Fig. 17 Cilindro neumático. Elementos principales de que consta.

(Salvador, 1993)

2.10 Cilindros de simple efecto

El cilindro de simple efecto sólo puede realizar trabajo en un único sentido, es decir, el desplazamiento del émbolo por la presión del aire comprimido tiene lugar en un solo sentido, pues el retorno a su posición inicial se realiza por medio de un muelle recuperador que lleva el cilindro incorporado o bien mediante la acción de fuerzas exteriores. (Salvador, 1993)

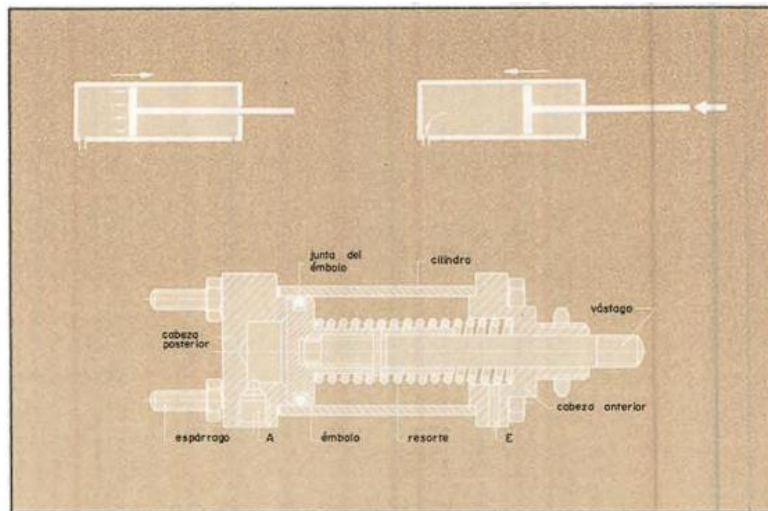


Fig. 18 Sección de un cilindro de simple efecto y principio de funcionamiento

(Salvador, 1993)

2.11 Dispositivo de recogida

También llamada mesa de volteo, es una estructura de acero compuesta por rodillos "locos" que ayudan al perfil a alcanzar cierta distancia, en donde, unos cilindros neumáticos ubicados estratégicamente hacen girar la estructura por un tiempo determinado, lo que provoca que el perfil en cuestión llegue a una "mesa" de acumulación de producto, luego vuelve a su posición inicial para esperar la llegada de otro perfil y repetir el proceso.



Fig. 19 Dispositivo de recogida de producto

2.12 Consola de control

La consola de control es una estructura metálica donde se encuentran los diferentes elementos de mando, señalización para operar la maquinaria. Está estratégicamente ubicada en el centro de la línea de producción para que el operador tenga una perspectiva total de los diferentes actuadores.

3. Marco Metodológico

3.1 Descripción del sistema

3.1.1 Implementación del encoder en la línea del perfil

Luego de activar el motor formador el sistema implementado recoge datos de medida del perfil, velocidad, y momentos de activación de los diferentes actuadores para el corte del perfil con un solo encoder de 360ppr estratégicamente posicionado en la línea del perfil para que los datos recogidos sean lo más exactos posibles. A continuación, en la **Fig.20** se muestra la posición del encoder en la máquina.

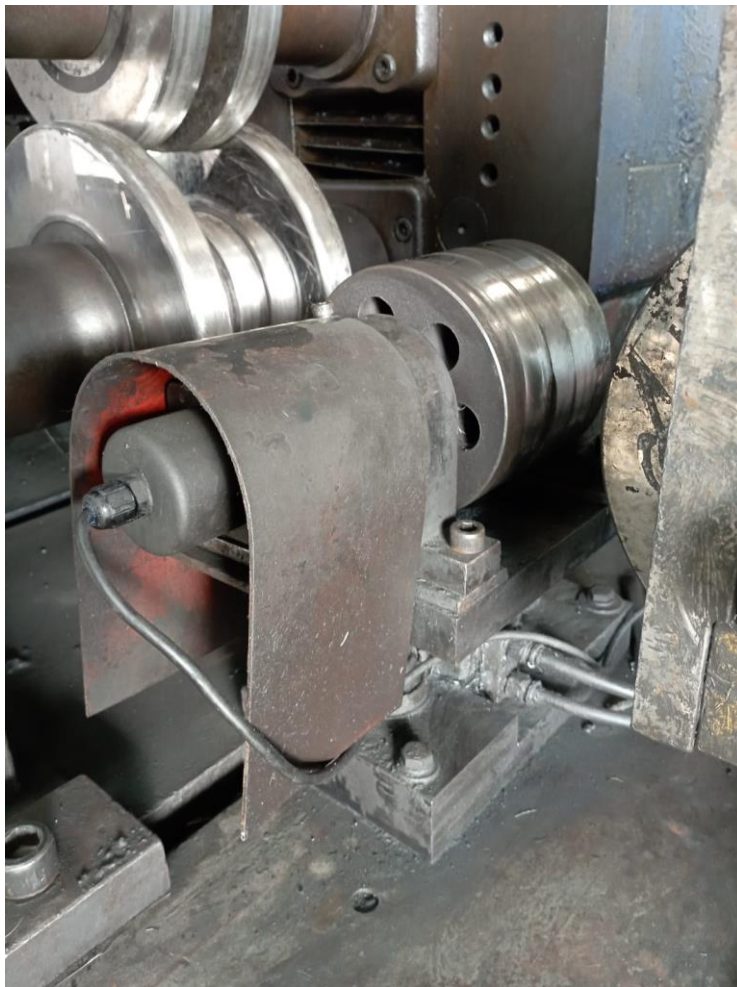


Fig. 20 Base para encoder

El encoder está acoplado a una rueda de acero mediante un acople metálico puede subir y bajar aproximadamente 5cm, gracias a un pistón que se lo presuriza desde 15 a 60 psi, para posicionarse en las diferentes líneas de producción.

Con esto se logra que 500mm antes de llegar a el set point para cortar el perfil se active el desfogue (pistón de sujeción de cuchillas), es decir, libera presión del pistón, luego cuando se llega al valor determinado de corte se activen las electroválvulas neumáticas de la boya de presión para generar el corte. El tiempo determinado para que estas electroválvulas se mantengan activas y generar el corte es de 30mS, considerando bajo un rango de presión de 55 a 70 PSI para la boya, esto se dedujo bajo pruebas de campo. Luego de que se haya efectuado el corte, el PLC cuenta 100mS para volver a presurizar a 60 PSI el pistón de desfogue y vuelva a su posición de inicio y, por otro lado, también comienza el conteo de tiempo seteado por el operador para que la mesa de volteo active, mediante una electroválvula, unos pistones neumáticos a 30 PSI. Todo el proceso sucede en menos de dos segundos.



Fig. 21 Máquina perfiladora Yoder 2



Fig. 22 Presión para pistón de desfogue



Fig. 23 Presión en tanque pulmón para boya de presión

3.2 Selección del controlador lógico programable

Una de las principales características considerada para seleccionar el controlador lógico programable son los contadores rápidos, al menos 2, también que sea robusto para el ambiente industrial y confiable en su frecuencia de trabajo, además de la disponibilidad local y costo. Con todo ello se llegó a la conclusión de implementar un PLC siemens S7 1200 1214C AC/DC/RLY.



Fig. 24 PLC S7 1200 1214C AC DC RLY

(CITY, 2022)

3.3 Selección del módulo de salidas digitales

Se llegó a la conclusión de usar un módulo de salidas digitales por transistor dado que los relés de contacto tienen un tiempo de retardo que afecta a la precisión del corte, a una velocidad máxima de 60m/min la resolución pulso por segundo sería:

$$Fp = 3662 \text{ pulsos/segundo}$$

Lo que nos da 0.27mS por pulso y sabemos que cada pulso representa 0.27mm de longitud del perfil, los relés mecánicos tienen una velocidad de conmutación promedio de 10mS a 100mS, por lo que se vería afectado el rendimiento en el corte. En contraste con la velocidad de conmutación del módulo de salidas digitales por transistor que es de 50uS a 200uS.



Fig. 25 Módulo de salidas digitales siemens SM1222 para s7 1200

(Siemens, 2021)

3.4 Fuente de 24VDC

Dado que las 3 electroválvulas de corte son de 24VDC 0.5A cada una, sumada la potencia de las demás electroválvulas para los diferentes actuadores el controlador y la pantalla HMI se resolvió incorporar una fuente de 24VDC 15A. A la cual solo se le exigen 7 Amperios, es decir, aproximadamente la mitad de su capacidad.

3.5 Modelar comportamiento de encoder mediante sistema lineal de ecuaciones

Para la aplicación se llegó a resolver que un encoder de 365ppr es más que suficiente como resolución, dado que:

Ecuación 1:

$$Fe = \frac{Lc}{Pr}$$

Donde Fe es el factor de escala, Lc la longitud de la circunferencia de la rueda del encoder y Pr el número de pulsos por revolución leídos por el contador rápido del PLC.

Reemplazando valores de la longitud de circunferencia de la rueda del encoder(393.2333mm) y el número de pulsos por revolución propuestos(1440ppr) obtendremos el Factor de escala:

$$Fe = 0.2730787mm/pulso$$

Es decir, por cada pulso generado en el encoder obtendremos una lectura de 0.2730787mm de longitud de perfil, lo que nos proyecta a deducir un porcentaje de error bajo, teniendo en

cuenta que la maquinaria procesa perfiles a una velocidad máxima de 60m/min en donde la frecuencia de pulsos sería:

Ecuación 2:

$$Vt = Wc * R$$

Ecuación 3:

$$Wc = 2 * \pi * Fc$$

Ecuación 4:

$$Fc = \frac{Fp}{Pr}$$

En donde Vt es velocidad tangencial, R el radio de la rueda del encoder, Wc es frecuencia angular por ciclos, Fc es la frecuencia por ciclos Fp es la frecuencia por pulsos. Si reemplazamos Fc en Wc y posteriormente Wc en Vt obtendremos:

Ecuación 5:

$$Vt = 2 * \pi * \frac{Fp}{Pr} * R$$

Despejando Fp nos quedaría:

Ecuación 6:

$$Fp = \frac{Vt * Pr}{2 * \pi * R}$$

Que sería lo mismo decir:

Ecuación 7:

$$Fp = \frac{Vt}{Fe}$$

Reemplazando 60m/min que serían 1000mm/s y el factor de escala nos quedaría una frecuencia de pulsos por segundo de:

$$Fp = 3662 \text{ pulsos/segundo}$$

Considerando que los contadores rápidos pueden alcanzar hasta los 100KHz, podemos estar seguros que nos mantendremos dentro de los rangos válidos.

Por último, tenemos también la ecuación para el conteo de longitud del perfil L_o que nos quedaría de la siguiente manera:

Ecuación 8:

$$L_p = F_e * P_e$$

3.6 Arquitectura de red

En la arquitectura de red tenemos a dos dispositivos que intercambian información constantemente. Esto es la pantalla HMI y el PLC, el operador de la máquina modifica parámetros de corte y demás acorde a su necesidad, mientras que el PLC envía datos a la pantalla para que se pueda saber el estado de los diferentes actuadores.

La comunicación se realizó por medio de la interfaz de conexión PN/IE_1 con cable ethernet.

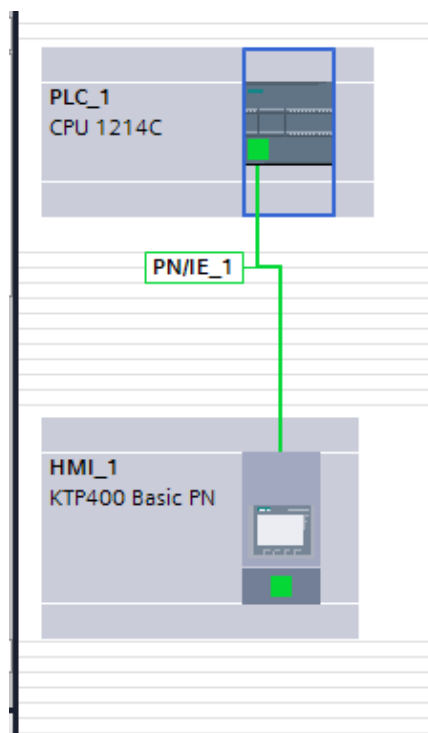


Fig. 26 Conexión en Tia Portal de PLC Y HMI

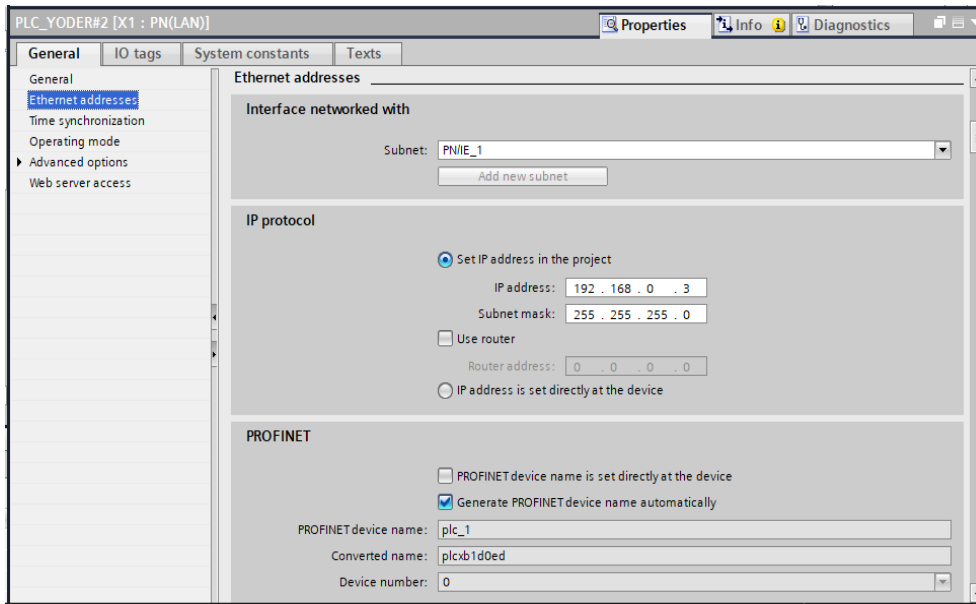


Fig. 27 Parámetros de red de PLC

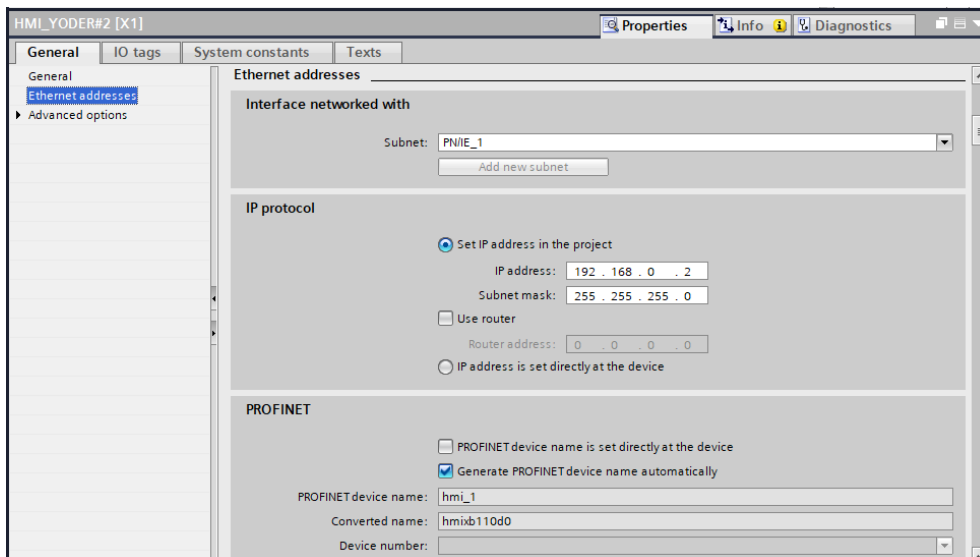


Fig. 28 Parámetros de red de pantalla HMI

3.7 Programación de controlador lógico programable

Para representar de forma general el diseño de la programación en el PLC, se muestra a continuación el siguiente diagrama de flujo:

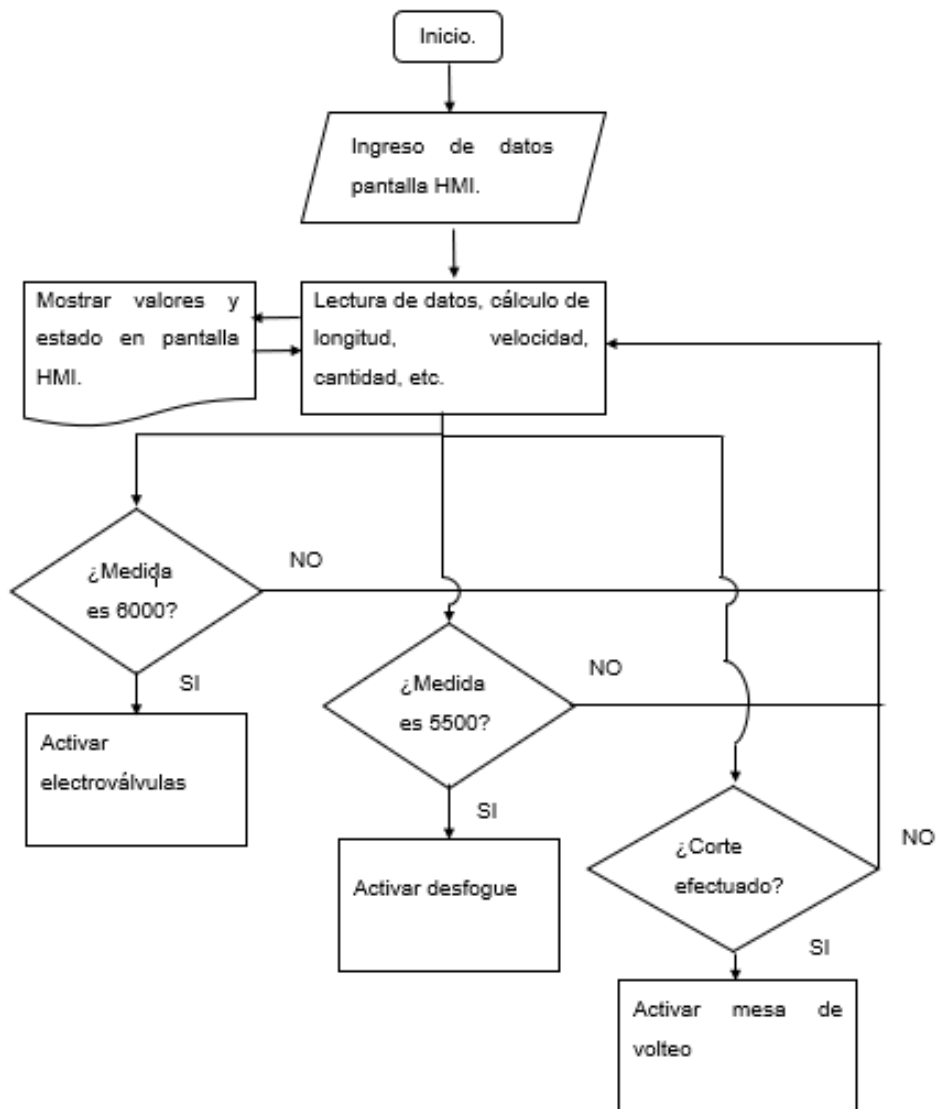


Fig. 29 Diagrama de Flujo

3.7.1 Uso de los Contadores rápidos.

Los contadores rápidos que nos ofrece el PLC, es de mucha importancia en este proyecto, ya que gracias a ello y a su función de interrupción por Hardware, la rápida reacción del

controlador, dando prioridad al corte en el proceso de ejecución del programa, nos da como resultado un corte preciso a altas velocidades. Se utilizó 2 contadores rápidos (HSC), el primero (entradas I0, I1, del PLC) para el conteo de pulsos y así su respectivo escalamiento para la longitud de perfil y el segundo (entradas I2, I3, del PLC) para la frecuencia de pulsos por segundo lo que nos ayuda a saber la velocidad a la que está operando la máquina. A continuación, se muestra su parametrización en Tia Portal.

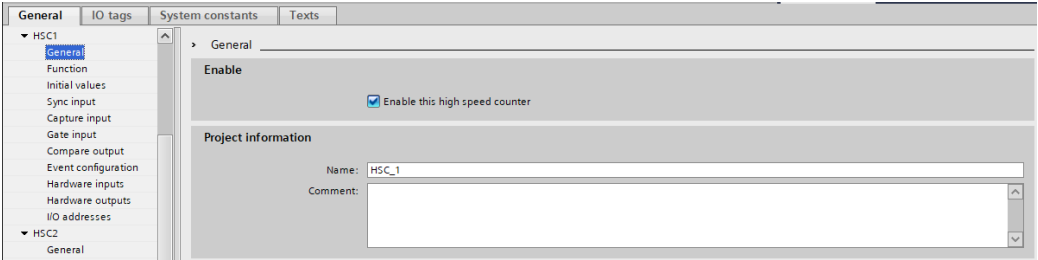


Fig. 30 Parámetro general de contador rápido HSC_1

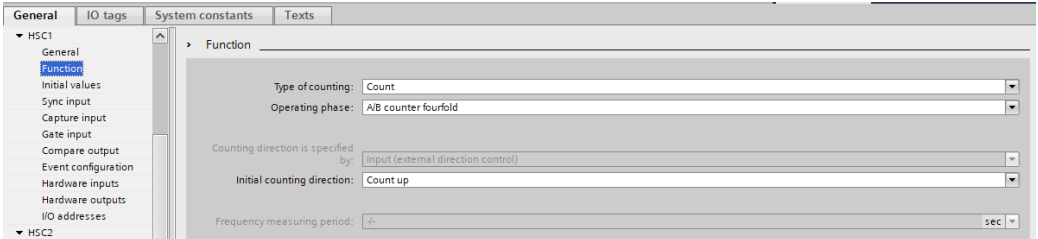


Fig. 31 Parámetro función de contador rápido HSC_1

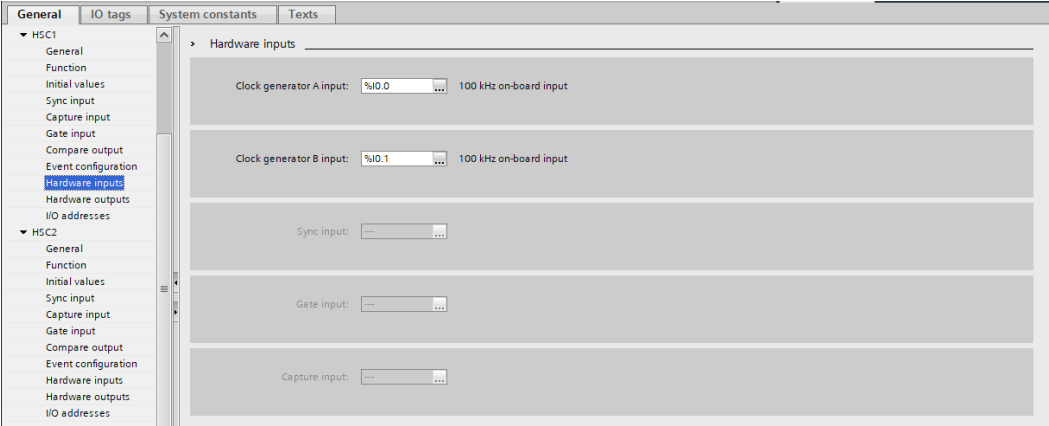


Fig. 32 Parámetro entradas de hardware de contador rápido HSC_1

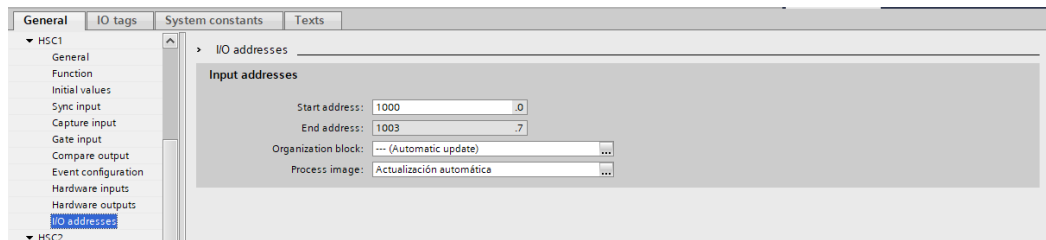


Fig. 33 Parámetro dirección de contador rápido HSC_1

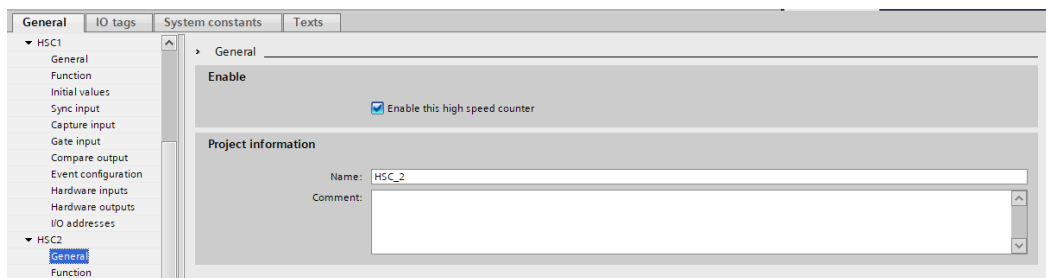


Fig. 34 Parámetro general de contador rápido HSC_2

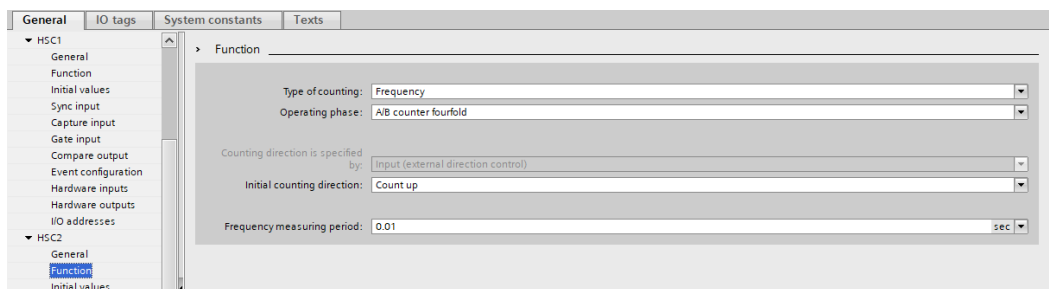


Fig. 35 Parámetro función de contador rápido HSC_2

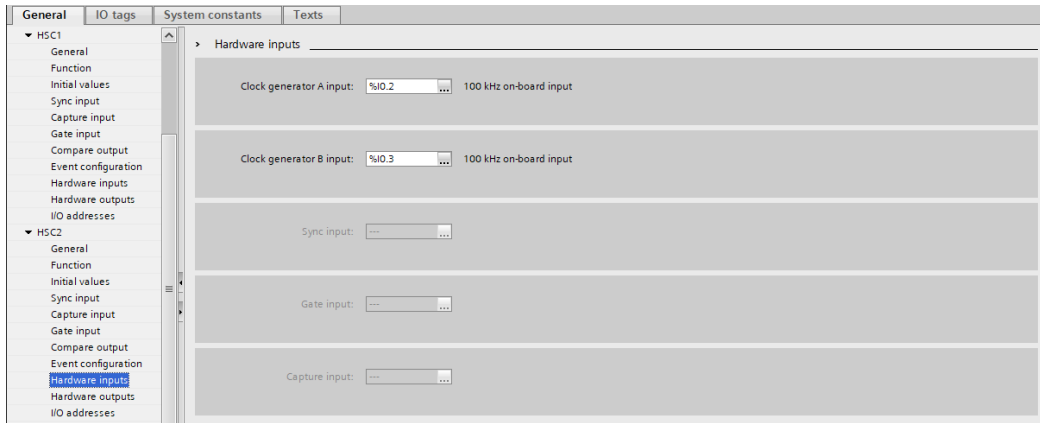


Fig. 36 Parámetro entradas de Hardware de contador rápido HSC_2

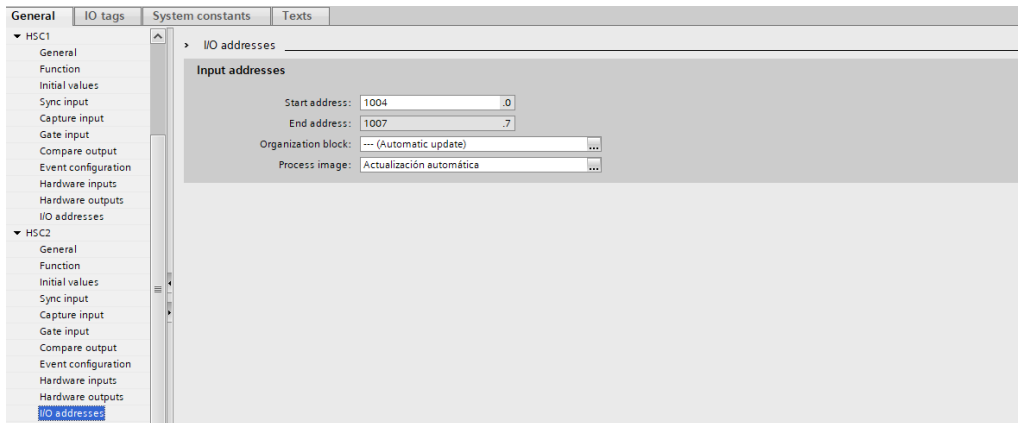


Fig. 37 Parámetro dirección de contador rápido HSC_2

3.8 Diseño y programación de pantalla HMI

Para el diseño de la pantalla HMI se consideró por motivo operativo-estratégico la implementación de una pantalla principal con dos opciones de maniobra:

3.8.1 Pantalla de inicio

En la pantalla de inicio tenemos el logo de la empresa y dos botones para selección de manual y automático.

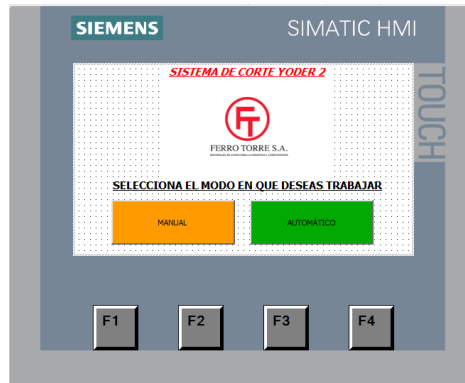


Fig. 38 Pantalla de inicio de HMI

3.8.2 Manual

En modo manual tenemos el siguiente esquema:

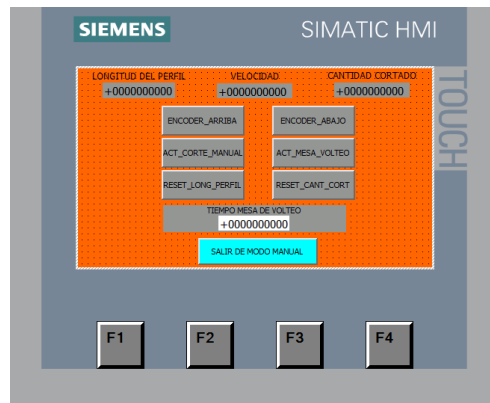


Fig. 39 Modo manual de pantalla HMI

En la parte superior de la pantalla contamos con los indicadores de Longitud de perfil, velocidad, cantidad cortado, en la parte central están los diferentes botones para los actuadores y reseteo de parámetros, en la parte inferior podemos modificar el parámetro de tiempo para activar la mesa de volteo y por último el botón para salir del modo manual.

3.8.3 Automático

En modo automático el diseño es el siguiente:

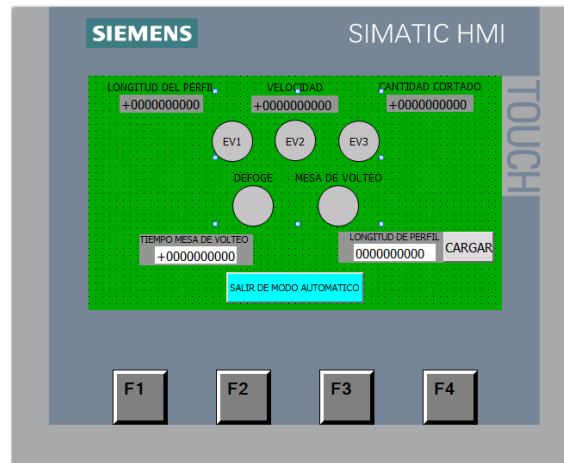


Fig. 40 Modo automático de pantalla HMI

En esta pantalla se optó por incorporar la parte superior los indicadores de longitud de perfil, velocidad y cantidad cortado. En la parte central los indicadores de los diferentes actuadores de encendido y apagado y por último en la parte inferior las ventanas para ingreso de parámetros del tiempo de la mesa de volteo y la longitud del perfil que se desea cortar, finalmente el botón para salir del modo automático.

4. Resultados

4.1 Comparación de la exactitud del corte entre sistema obsoleto y sistema repotenciado con un Set point de 6008mm.

Muestra	Sistema obsoleto	Sistema repotenciado
1	6015	6008
2	6005	6008
3	6012	6008
4	6028	6008
5	6010	6008
6	6008	6008
7	6030	6008
8	6005	6008
	Desviación Estándar	Desviación Estándar
	9,789754119	0

Tabla 2. Muestras de longitud del perfil

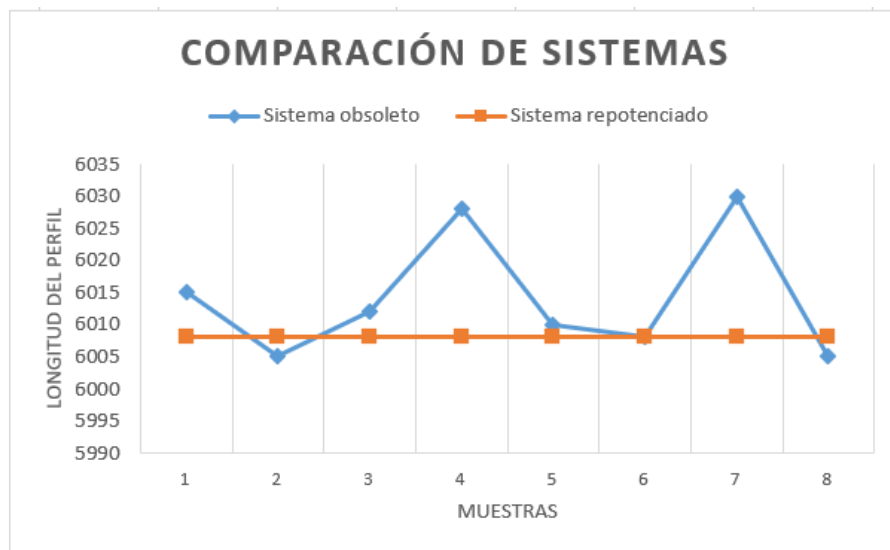


Fig. 41 Gráfica de muestreo longitud de corte entre sistema obsoleto y repotenciado

La línea azul en el gráfico representa las mediciones de longitud tomadas antes de implementar el nuevo sistema, es decir, con el sistema obsoleto y la gráfica de color ladrillo representa las mediciones tomadas con el sistema repotenciado. Claramente se puede apreciar la variación de medida con cada muestra tomada en el gráfico azul y la mejora en la exactitud que se logró con el sistema repotenciado. Además, en la tabla 2. Se visualiza las medidas tomadas con los dos sistemas y la desviación estándar que representa cada una de ellas en el muestreo obtenido. Evidenciando así una desviación estándar de 9.789mm para el

sistema obsoleto y 0mm para el sistema repotenciado, notando una gran diferencia de precisión en el corte de la máquina.

Esta precisión de corte además de aportar en la calidad del producto por su medida exacta y su comodidad al momento de transporte en contenedores, reduce el desperdicio de material que se cortaba de más en el sistema anterior.

4.2 Mejora en productividad

Como muestra se ha tomado los datos de producción del producto más demandado en la máquina que es la correa G 80X40X15X6000X2mm. Como se puede apreciar en el reporte de producción en la **Fig. 41** la velocidad real de la máquina no supero los 45 m/min con el sistema de corte antiguo mientras que en el sistema mejorado **Fig.42** llegó a producir hasta una velocidad de 60m/min, reduciendo de esta manera el tiempo de producción y mejorando el mismo.

REPORTE DE PRODUCCIÓN YODER 2-2021

FECHA	PRODUCTO	VELOCIDAD REAL	PRODUCCIÓN (unidades)	TONELAJE PRODUCCIÓN
1/3/2021	G 80X40X15X6000X2mm	33	864	13
2/3/2021	G 80X40X15X6000X2mm	32	2496	37
3/3/2021	G 80X40X15X6000X2mm	35	2016	30
1/7/2021	G 80X40X15X6000X2mm	36	1248	18
2/7/2021	G 80X40X15X6000X2mm	43	1920	28
5/7/2021	G 80X40X15X6000X2mm	34	860	13
6/7/2021	G 80X40X15X6000X2mm	36	1122	17
26/8/2021	G 80X40X15X6000X2mm	36	576	9
27/8/2021	G 80X40X15X6000X2mm	39	1932	29
29/10/2021	G 80X40X15X6000X2mm	35	864	13
30/10/2021	G 80X40X15X6000X2mm	35	1920	28
31/10/2021	G 80X40X15X6000X2mm	35	1546	23
17/11/2021	G 80X40X15X6000X2mm	36	1248	18
18/11/2021	G 80X40X15X6000X2mm	36	2187	32
30/11/2021	G 80X40X15X6000X2mm	38	170	3
			20.969	310

Ramiro Ortega.

Supervisor de Producción.

📍 Km 14.5 Vía a Daule - Guayaquil

🌐 www.ferrotorre.com 📞 +5015057 5012058 📠 +593 985365784

Ramiro Ortega
FERRO TORRE S.A.


Fig. 42 Reporte de producción 2021 Yoder 2 en correa G 80X40X15X6000X2mm




REPORTE DE PRODUCCION YODER 2-2022

FECHA	PRODUCTO	VELOCIDAD REAL	PRODUCCION (unidades)	TONELAJE PRODUCCION
3/1/2022	G 80X40X15X6000X2mm	52	1536	23
13/1/2022	G 80X40X15X6000X2mm	58	1314	19
24/2/2022	G 80X40X15X6000X2mm	57	2208	33
25/2/2022	G 80X40X15X6000X2mm	52	428	6
16/3/2022	G 80X40X15X6000X2mm	48	480	7
17/3/2022	G 80X40X15X6000X2mm	60	623	9
26/4/2022	G 80X40X15X6000X2mm	44	877	13
9/5/2022	G 80X40X15X6000X2mm	51	288	4
10/5/2022	G 80X40X15X6000X2mm	49	1440	21
11/5/2022	G 80X40X15X6000X2mm	56	236	3
14/6/2022	G 80X40X15X6000X2mm	52	672	10
15/6/2022	G 80X40X15X6000X2mm	49	542	8
17/6/2022	G 80X40X15X6000X2mm	42	480	7
29/6/2022	G 80X40X15X6000X2mm	56	576	9
30/6/2022	G 80X40X15X6000X2mm	52	1237	18
6/7/2022	G 80X40X15X6000X2mm	52	192	3
7/7/2022	G 80X40X15X6000X2mm	53	1248	18
8/7/2022	G 80X40X15X6000X2mm	51	2199	32
15/8/2022	G 80X40X15X6000X2mm	47	1056	16
16/8/2022	G 80X40X15X6000X2mm	52	188	3
			17.820	263

Ramiro Ortega.

Supervisor de Producción.

 Km 14.5 Via a Daule - Guayaquil.

 www.ferrotorre.com  +5015057 5012058  +593 985365784

Ramiro Ortega
FERRO TORRE S.A.

Fig. 43 Reporte de producción 2022 Yoder 2 en correa G 80X40X15X6000X2mm

Conclusiones

Con todos los datos y evidencias recogidas como lo son, la mejora en la calidad del perfil por la exactitud del corte de la máquina, la reducción en costos de producción y la productividad se puede concluir que con el nuevo sistema de corte repotenciado en la máquina Yoder es más eficiente en la producción de perfiles de acero y galvanizado.

Por otro lado, ya que los pulsadores y los métodos para modificar los parámetros de la máquina eran bastante confusos, poco prácticos, rudimentarios, mecánicos e ineficientes se optó por implementar la pantalla HMI que facilita al operador manipular la maquinaria de una forma más intuitiva y cómoda, junto a ella también el PLC que mediante el sistema lineal de ecuaciones logra medir con total exactitud la longitud de perfil a cortar, gracias a sus contadores rápidos que ofrecen la característica de interrupción de Hardware.

Recomendaciones

En el aspecto de mantenimiento del nuevo sistema se propone que se revise periódicamente la base del encoder en lo que respecta a la fijación de sus pernos, ya que debido a la vibración que proporciona la máquina al momento de cortar puede hacer aflojar en un tiempo prolongado. Por otro lado, se sugiere dar limpieza al encoder y a su base puesto que por el ambiente industrial agresivo se llenará de polvo metálico lo que puede repercutir en alguna falsa medición si llegase a introducirse dicho polvo metálico dentro del mismo o dañar los rodamientos en la base.

Las presiones de trabajo, si bien, dependen en gran parte del producto que se vaya a producir, tienen que estar en un rango específico para cada uno de los dispositivos neumáticas. El tanque "pulmón" debe tener una presión entre 55 Y 70 PSI. El pistón de desfogue debe estar en un rango de 40 a 60PSI. El pistón de encoder tiene que trabajar en un rango de 15 a 60PSI y los pistones de la mesa de volteo encontrarse en una presión de 20 a 30 PSI.

Bibliografía

Autor. (s.f.). AUTOR. guayaquil: Autor.

CITY, P. (01 de 01 de 2022). *PLC CITY*. Recuperado el 10 de 07 de 2022, de <https://www.plc-city.com/shop/es/siemens-simatic-s7-1200-cpu-1214c/6es7214-1bg31-0xb0.html>

Company, E. P. (s.f.). *Encoder*. Recuperado el 04 de 07 de 2022, de <https://www.encoder.com/article-que-es-un-encoder>

Earth, G. (01 de 06 de 2005). *Google Earth*. (Google) Recuperado el 13 de 06 de 2022, de <https://earth.google.com/web/@-2.08089171,-79.93979254,6.6617486a,2434.93048841d,35y,0h,0t,0r>

García, P., Castro, V., & Fernández, P. (2010). Avances tecnológicos en el diseño de líneas de perfilado de chapa (2ª parte). *Deformación Metálica*, 12.

GmbH, I. P.-D. (01 de 02 de 2022). *copadata*. Recuperado el 10 de 07 de 2022, de <https://www.copadata.com/es/productos/zenon-software-platform/visualizacion-control/que-significa-hmi-interfaz-humano-maquina-copadata/#:~:text=HMI%20son%20las%20siglas%20de,para%20las%20de%20entornos%20industriales>.

GSL, I. (01 de 01 de 2022). *Industrias GSL*. Recuperado el 007 de 10 de 2022, de <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona>

Maturano, R. A. (1 de 06 de 2022). *Picuino*. Recuperado el 3 de 7 de 2022, de <https://www.picuino.com/es/estructuras-esfuerzos.html>

Meza, A. (28 de Noviembre de 2018). *procesosdefabricacioniipsm*. Recuperado el 22 de 06 de 2022, de <http://procesodefabricacioniipsm.blogspot.com/2018/11/perfiladora-y-cepilladora.html>

Salvador, A. G. (1993). *Introducción a la neumática*. BARCELONA: MARCOMBO.

SIEMENS. (2015). *Datasheet KTP700 Basic PN-6AV2123-2GB03-0AX0*.

Siemens. (2021). *Hoja de datos 6ES7222-1BF32-0XB0 SIMATIC S7-1200, módulo de salidas digitales SM 1222, 8 DO, DC 24V,*.

Anexos

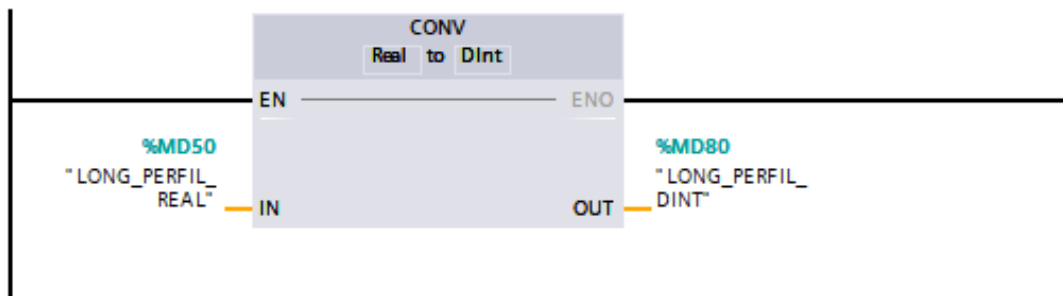
Anexo 1: Programación del PLC - Main (OB1)



Fig. 44 Programación OB1 Parte1

▼ **Network 3:** Escalamiento de señal encoder parte 3

Comment



▼ **Network 4:** Corte manual

Comment

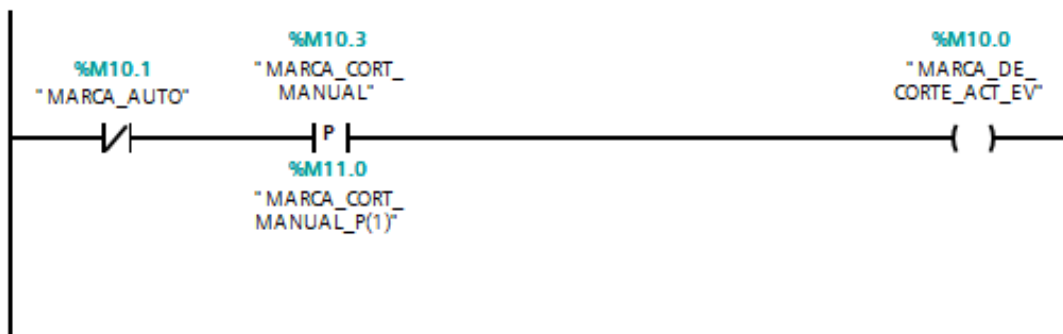


Fig. 45 Programación OB1 Parte2

Network 5: Reset Longitud de perfil manual y automático

Comment

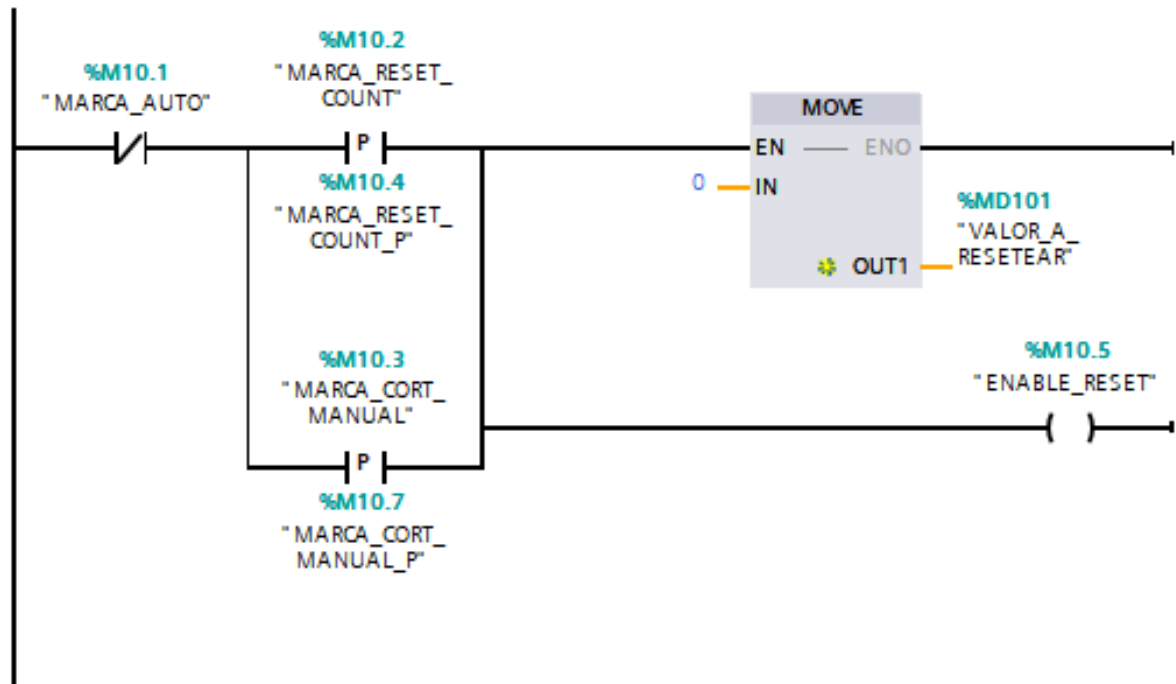
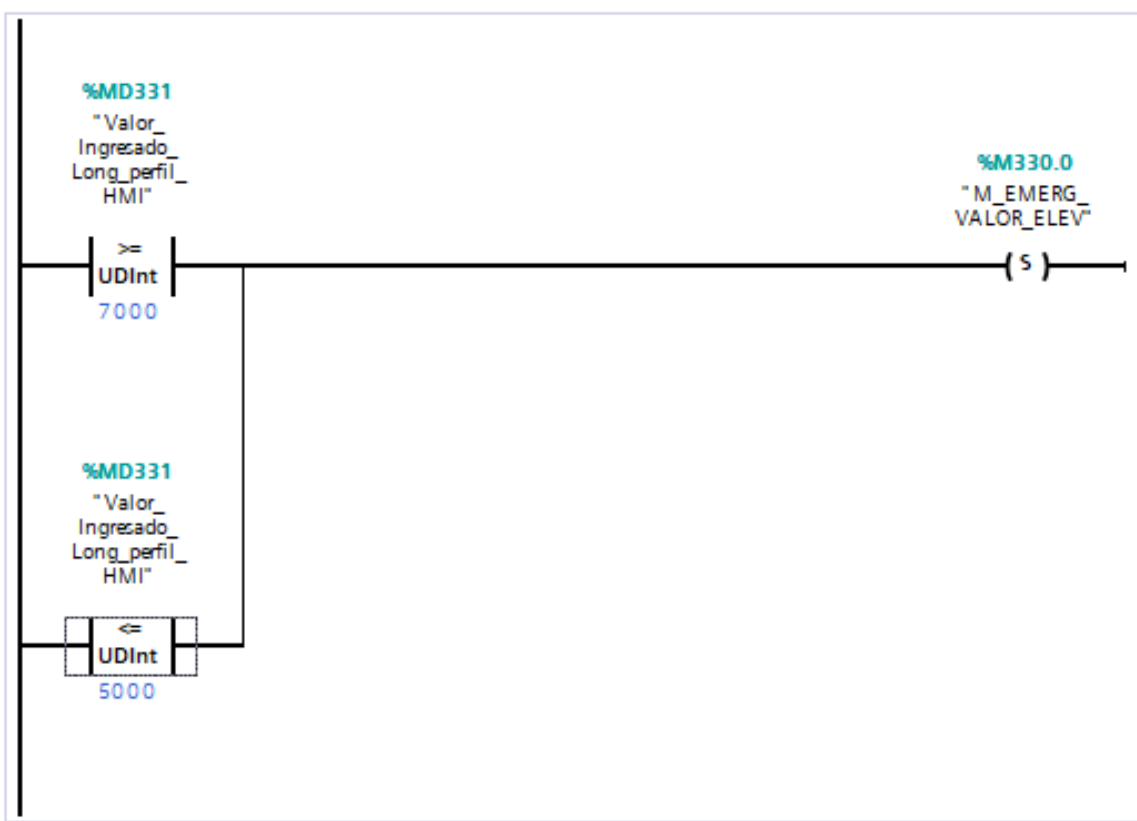


Fig. 46 Programación OB1 Parte3

▼ **Network 6:** Valor ingresado fuera de rango, ventana emergente HMI

Comment



▼ **Network 7:** Cerrar ventana emergente de HMI

Comment

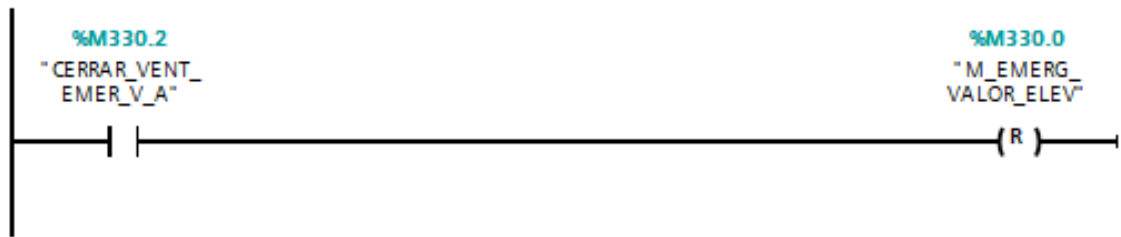
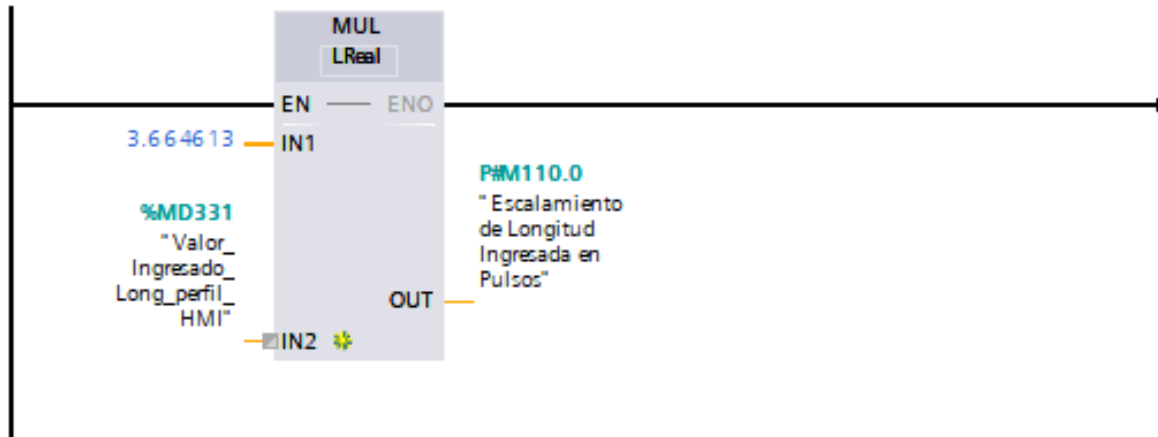


Fig. 47 Programación OB1 Parte4

▼ **Network 8:** Escalamiento de Longitud Ingresada en Pulsos

Comment



▼ **Network 9:** Convirtiendo Valor de "Escalamiento de Longitud Ingresada en Pulsos"

Comment

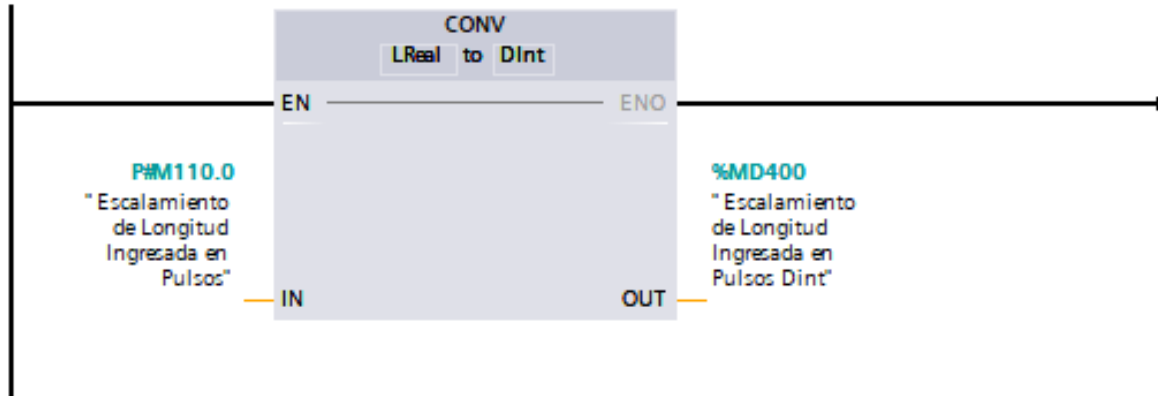


Fig. 48 Programación OB1 Parte5

▼ **Network 10:** Convirtiendo valor de "Escalamiento de Longitud Ingresada en Pulsos UDInt"

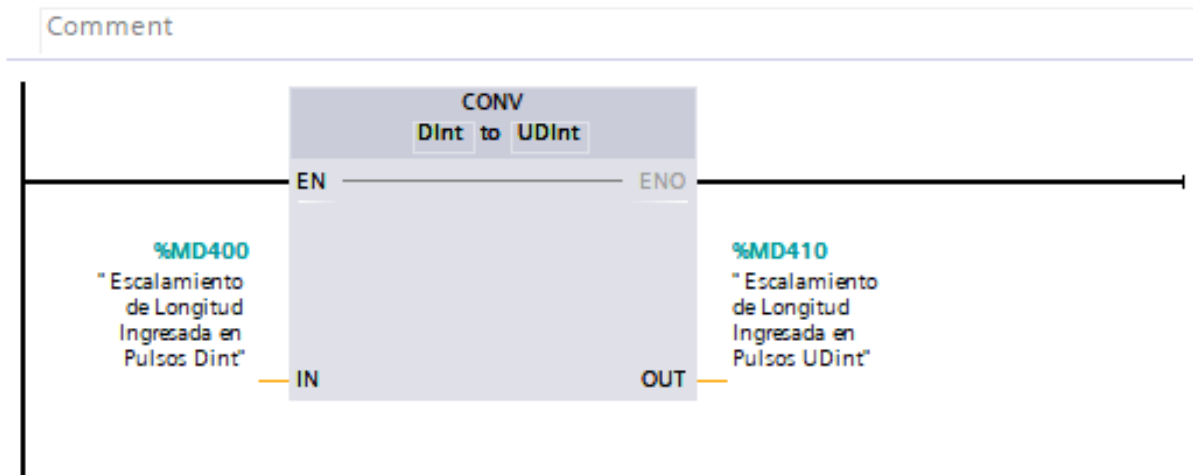


Fig. 49 Programación OB1 Parte6

▼ **Network 11:** Bloque de contador rápido

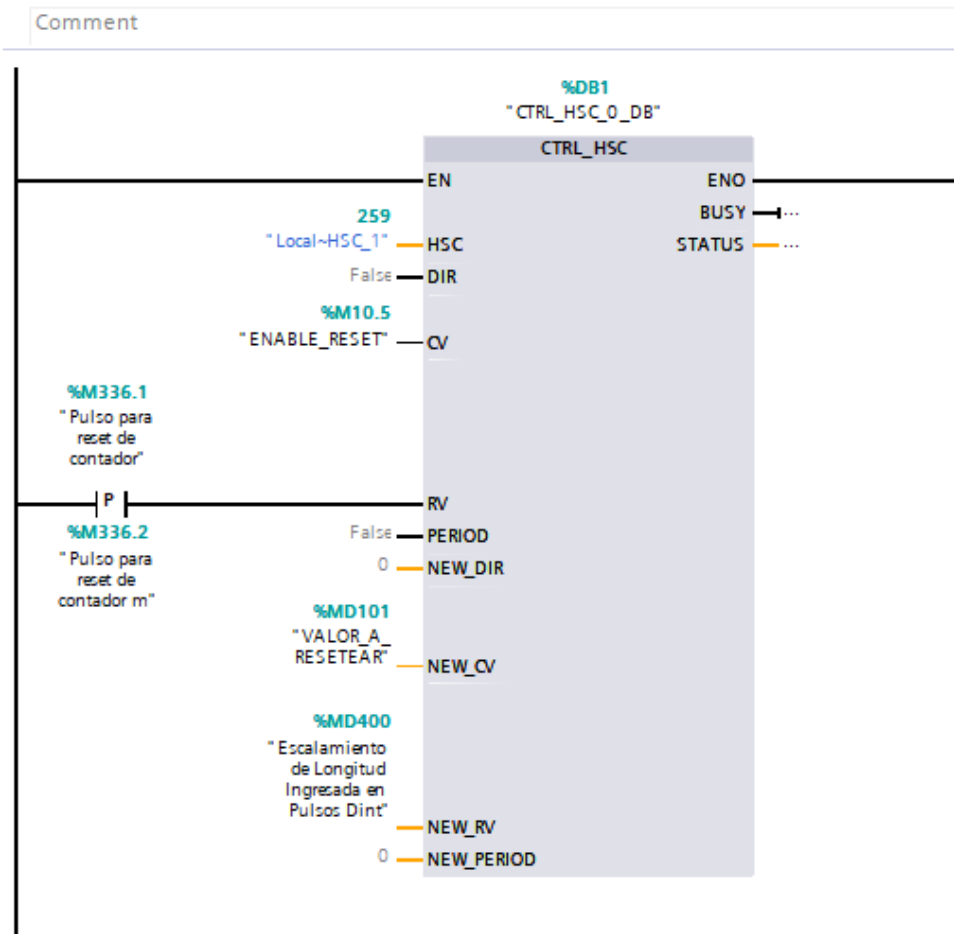
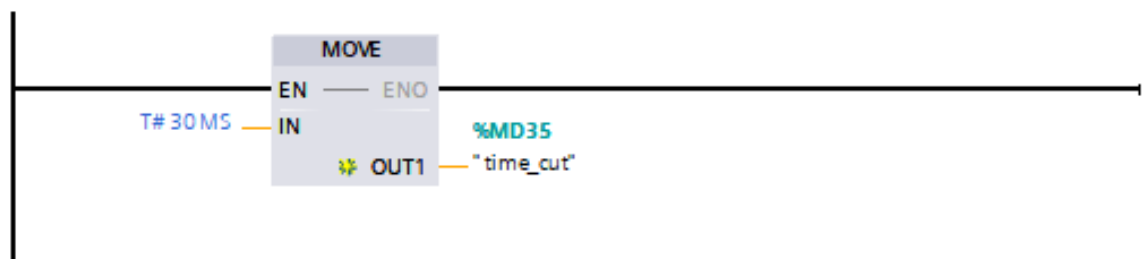


Fig. 50 Programación OB1 Parte7

▼ **Network 12:** Ingreso de tiempo de corte

Comment



▼ **Network 13:** Reset EV de corte parte 1

Comment

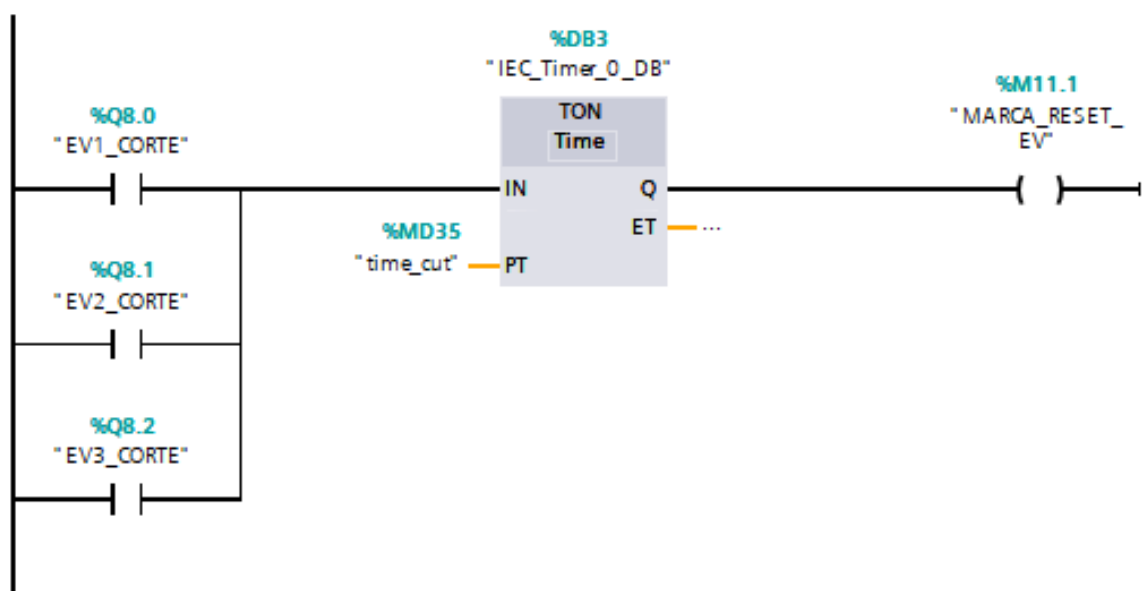
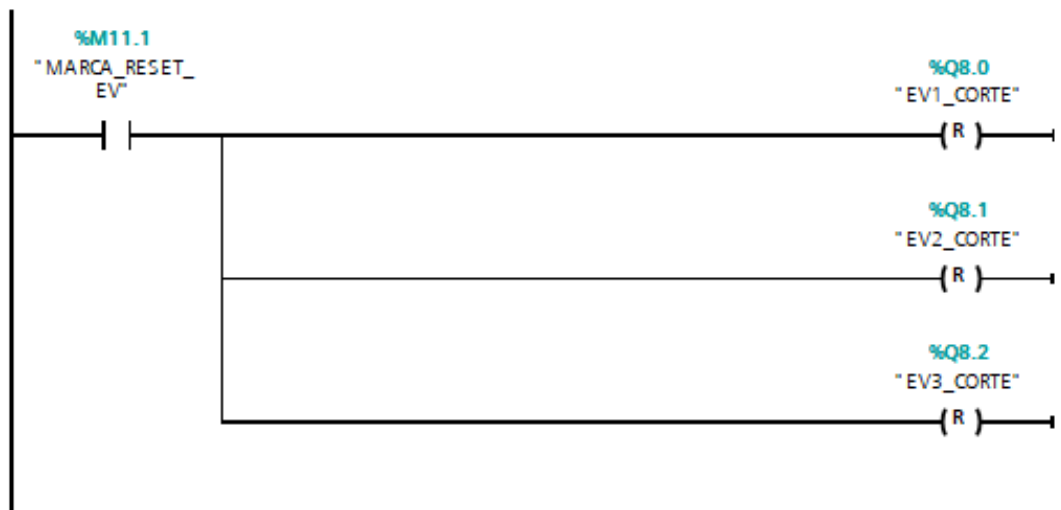


Fig. 51 Programación OB1 Parte8

▼ **Network 14:** Reset EV de corte parte2

Comment



▼ **Network 15:** Activar electroválvulas de corte

Comment

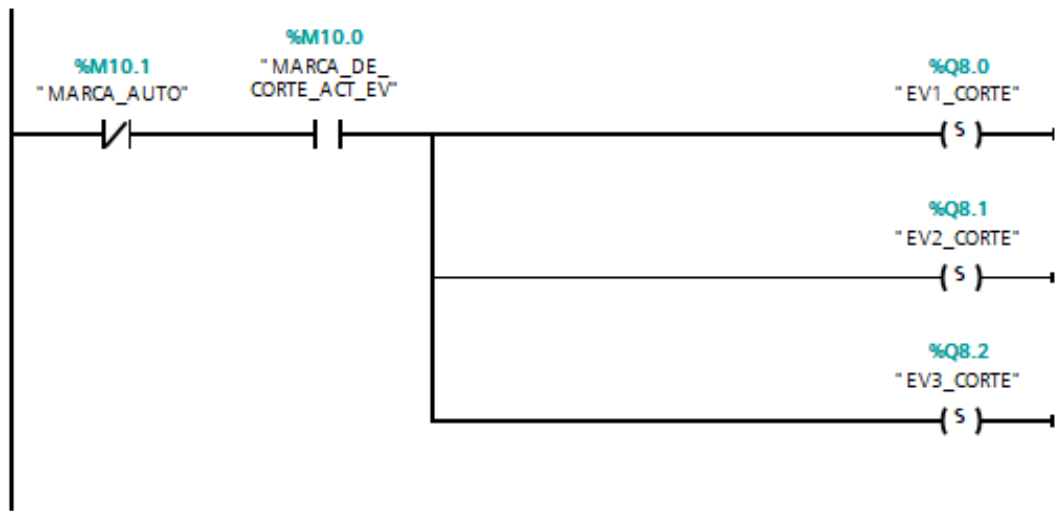


Fig. 52 Programación OB1 Parte9

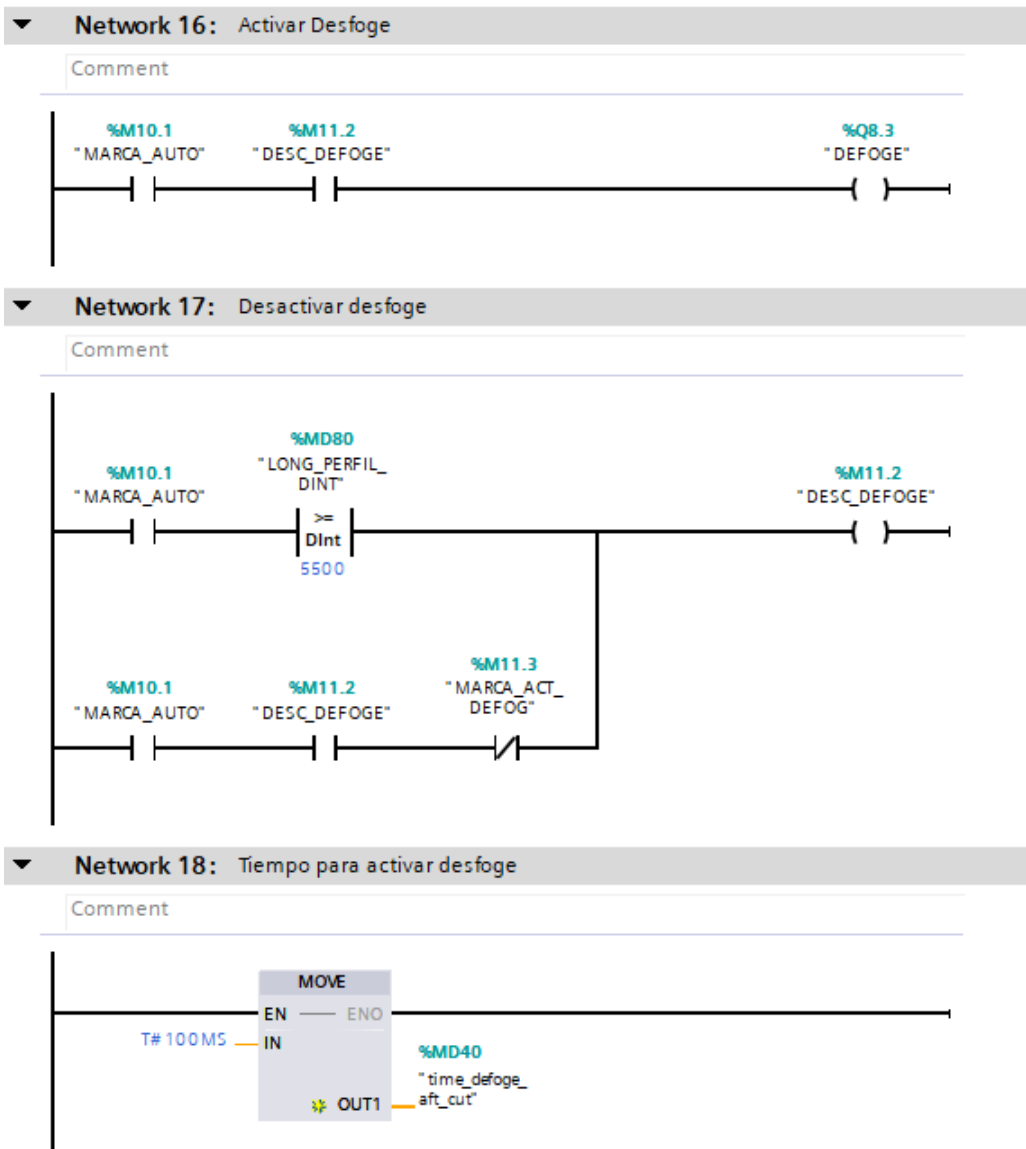
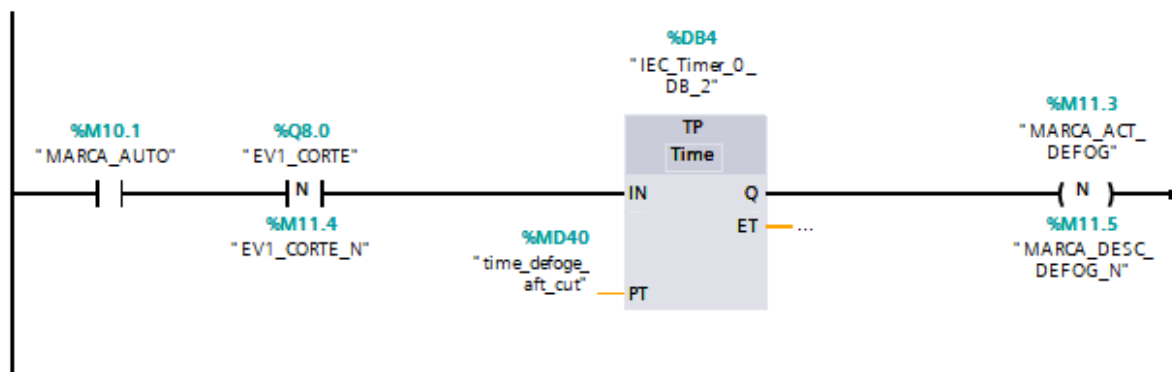


Fig. 53 Programación OB1 Parte10

Network 19: Maca activar desfog

Comment



Network 20: Activar mesa de volteo auto y manual

Comment

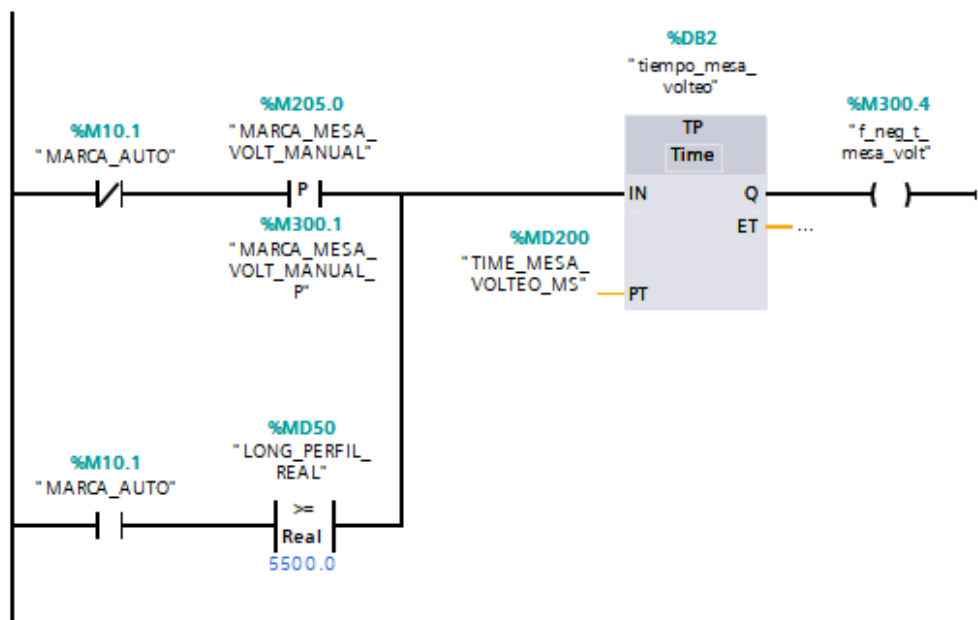
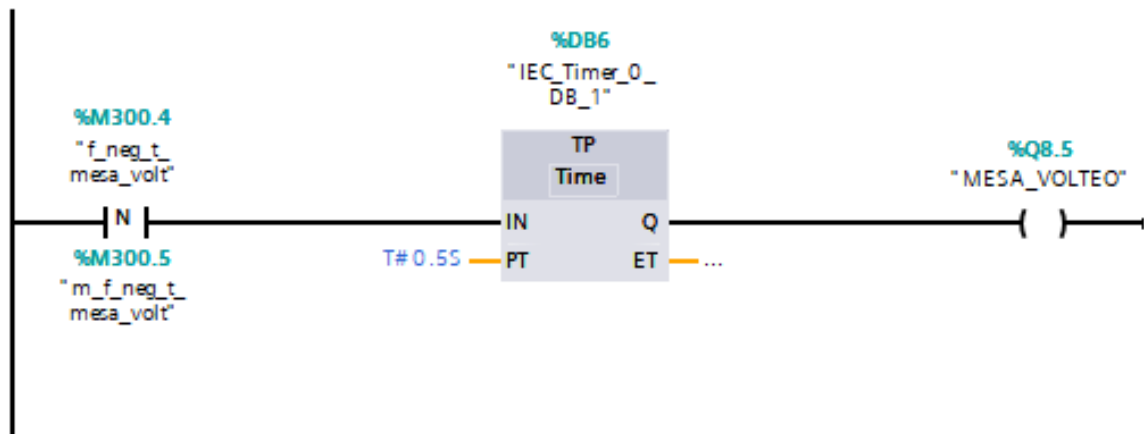


Fig. 54 Programación OB1 Parte11

▼ **Network 21:** Tiempo para mesa de volteo activada y desactivada

Comment



▼ **Network 22:** Subir o bajar rueda de encoder parte 1

Comment

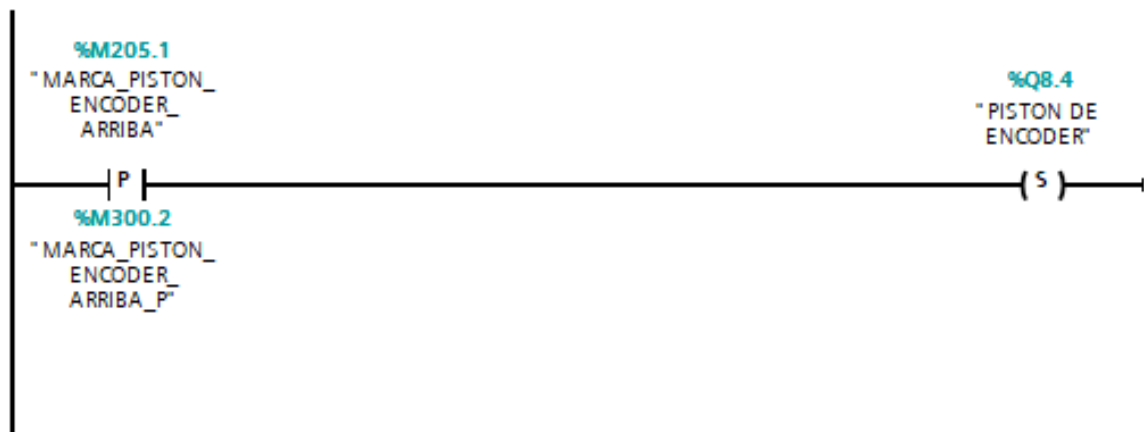


Fig. 55 Programación OB1 Parte12

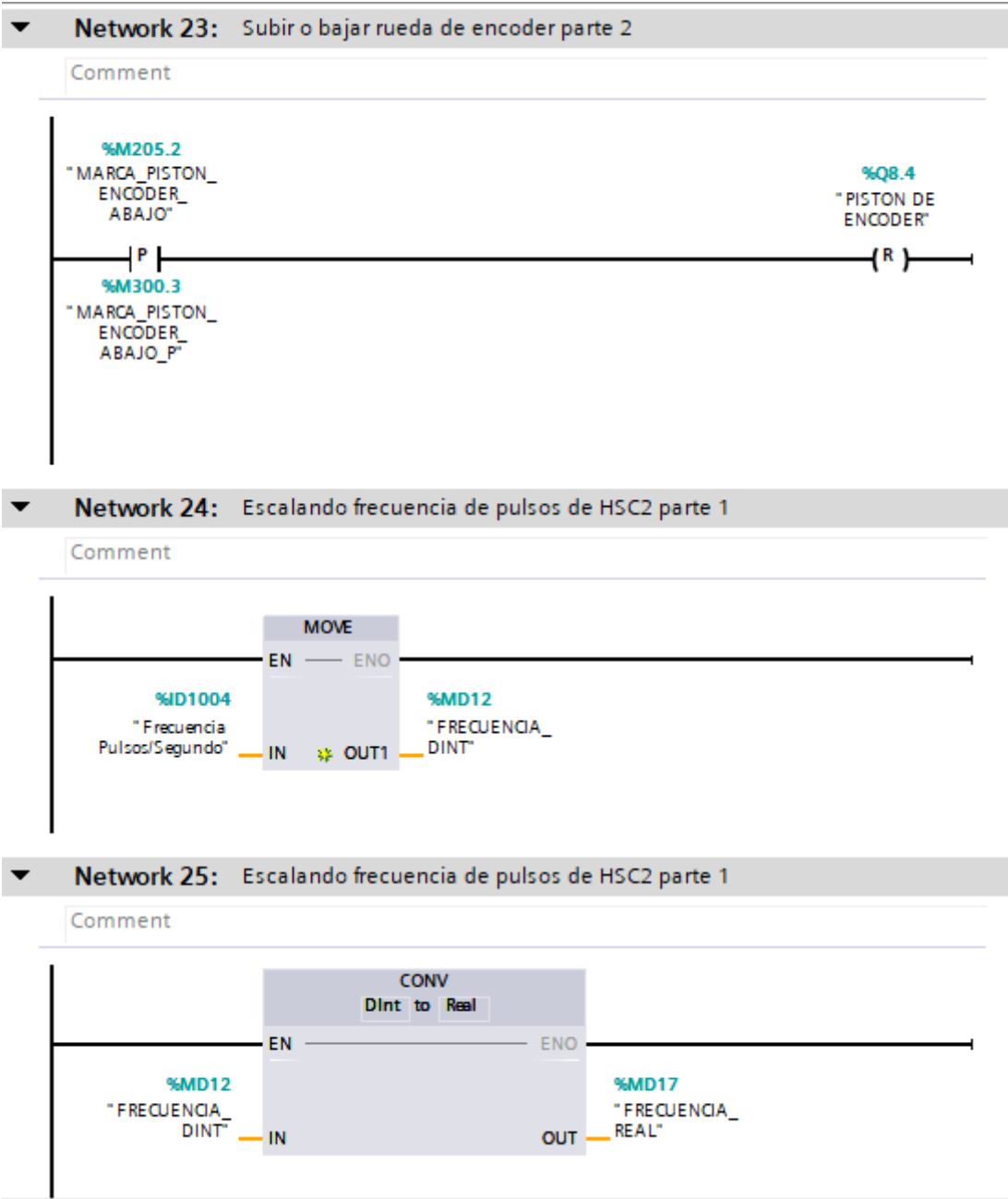
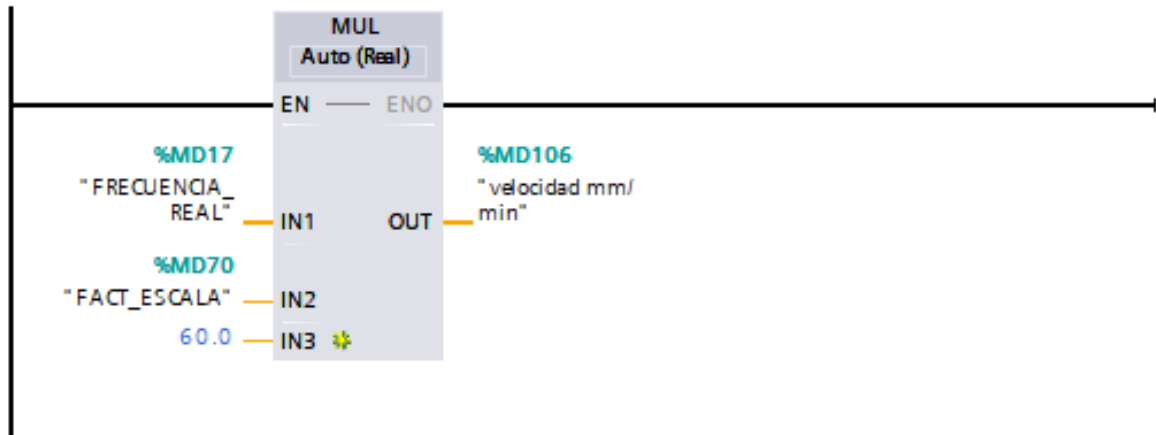


Fig. 56 Programación OB1 Parte13

▼ **Network 26:** Escalando frecuencia de pulsos de HSC2 parte 1

Comment



▼ **Network 27:** Escalando frecuencia de pulsos de HSC2 parte 1

Comment

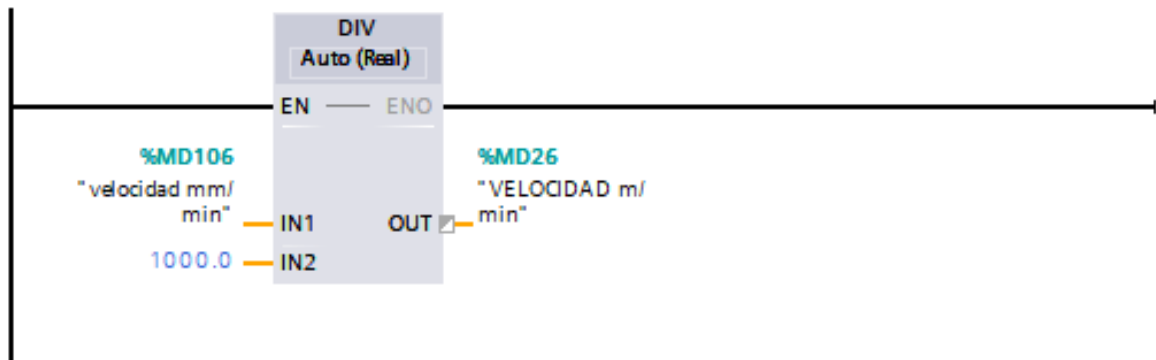


Fig. 57 Programación OB1 Parte14

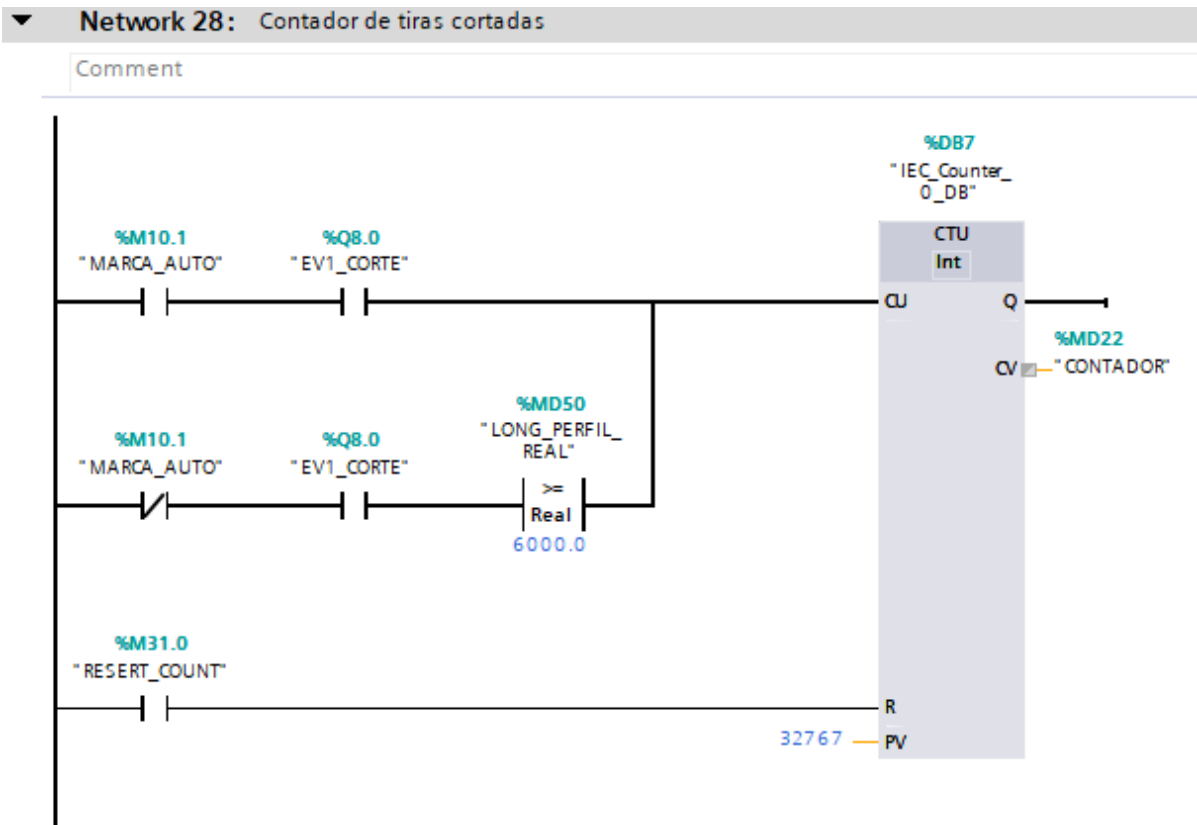


Fig. 58 Programación OB1 Parte15

Anexo 2: Programación del PLC – Hardware interrupt (OB40)

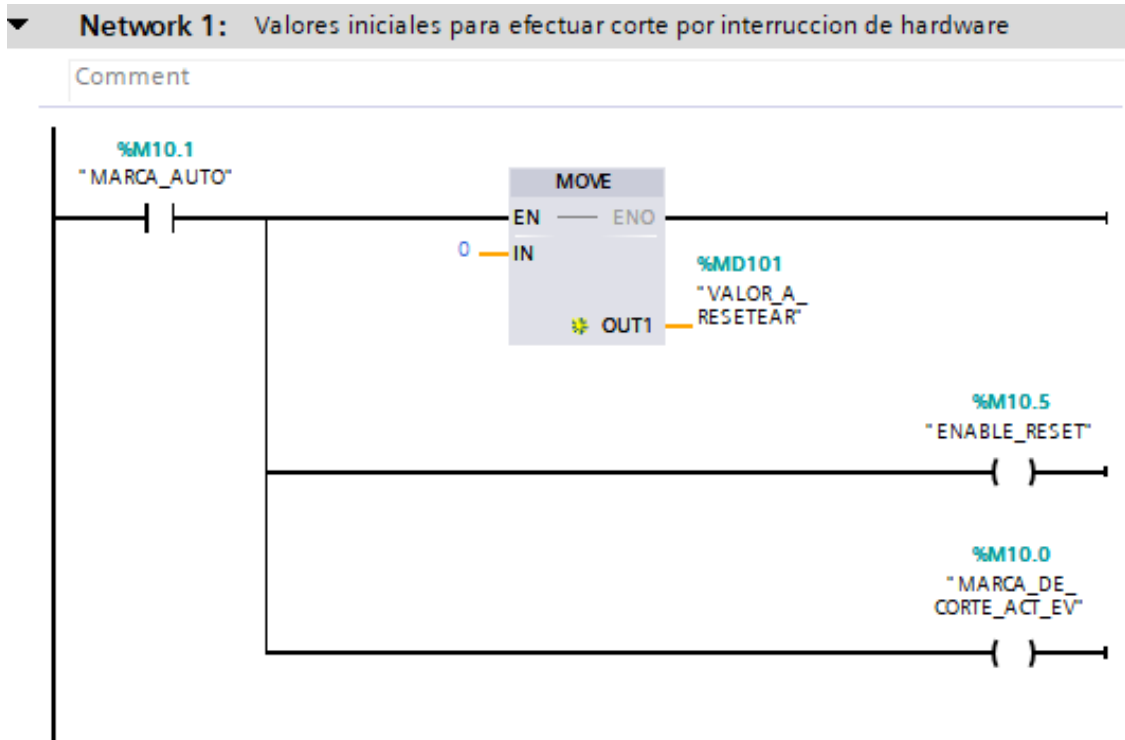


Fig. 59 Programación OB40 Parte1

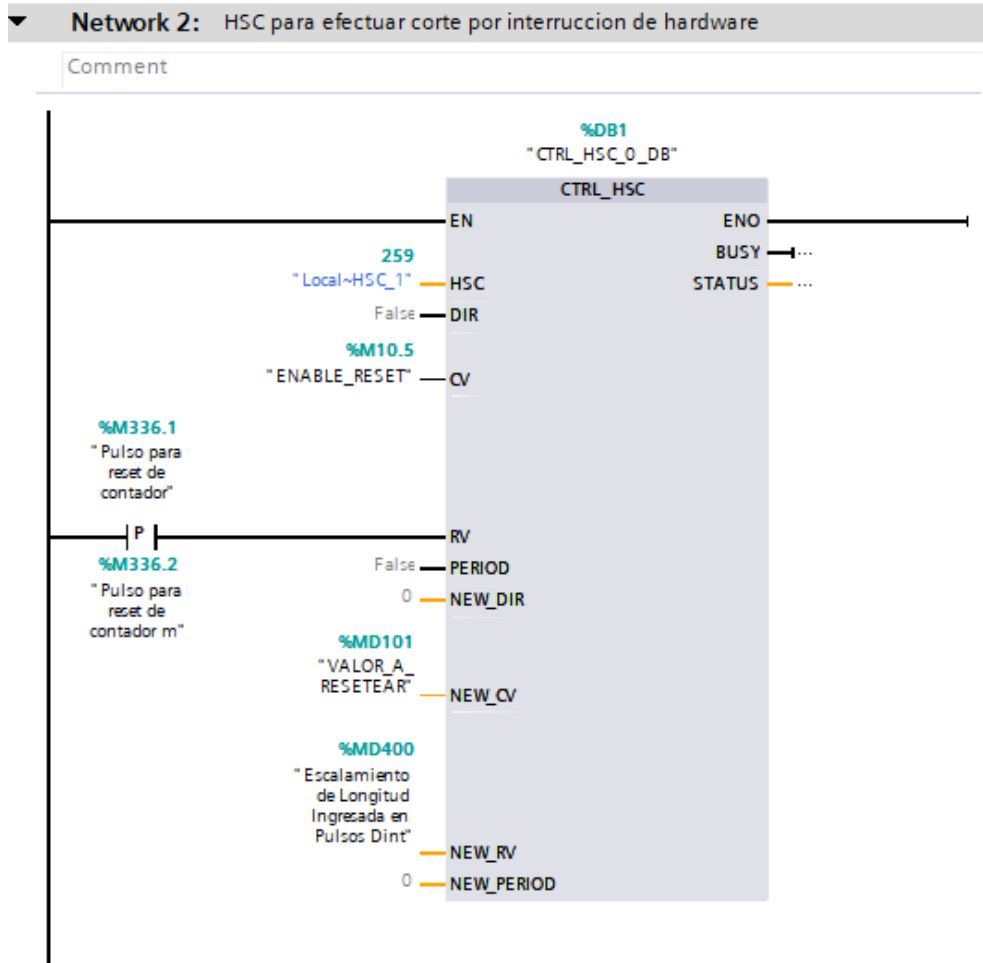


Fig. 60 Programación OB40 Parte2

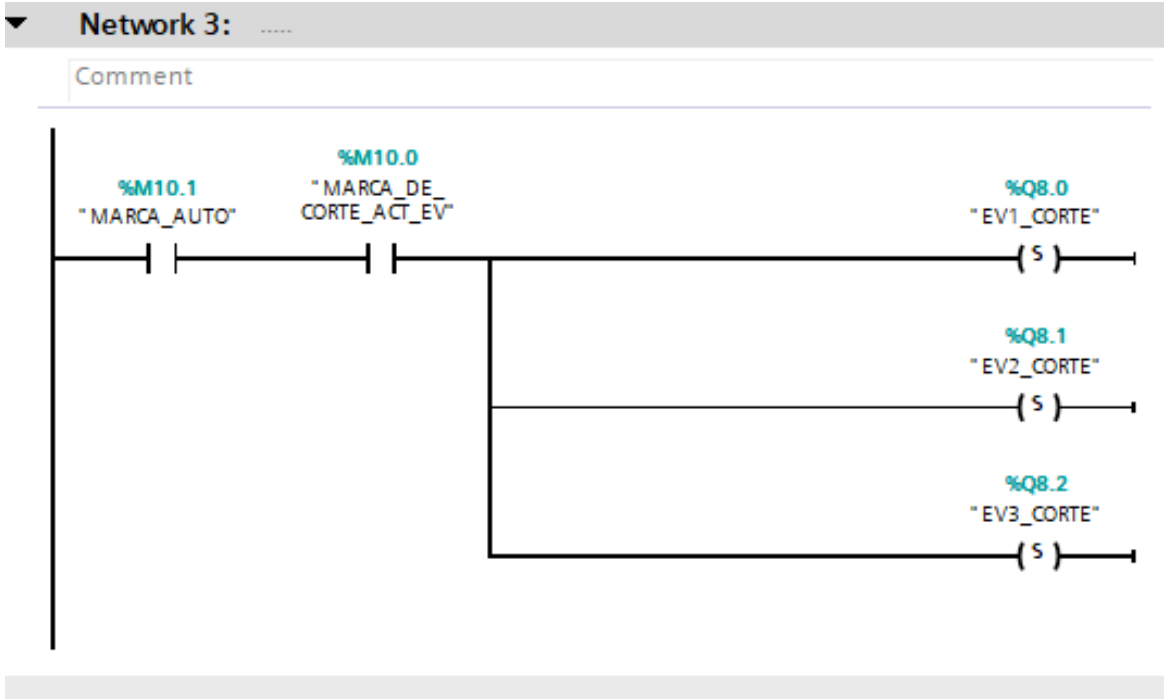


Fig. 61 Programación OB40 Parte3

Anexo 3: Tabla de variables de programación

Tabla de variables estándar [101]

PLC tags

PLC tags				
	Name	Data type	Address	Retain
	pulsos_encoder	DInt	%ID1000	False
	PUL_ENCODER_DINT	DInt	%MD0	False
	System_Byte	Byte	%MB1	False
	FirstScan	Bool	%M1.0	False
	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	False
	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	False
	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	False
	EV1_CORTE	Bool	%Q8.0	False
	LONG_PERFIL_REAL	Real	%MD50	False
	AUTO	Bool	%I0.3	False
	corte manual	Bool	%I0.4	False
	MARCA_DE_CORTE_ACT_EV	Bool	%M10.0	False
	FACT_ESCALA	Real	%MD70	False
	LONG_PERFIL_DINT	DInt	%MD80	False
	PUL_ENCODER_REAL	Real	%MD90	False
	RESETEAR CONTADOR	Bool	%I0.5	False
	EV2_CORTE	Bool	%Q8.1	False
	EV3_CORTE	Bool	%Q8.2	False
	MARCA_AUTO	Bool	%M10.1	False
	MARCA_RESET_COUNT	Bool	%M10.2	False
	MARCA_CORT_MANUAL	Bool	%M10.3	False
	MARCA_RESET_COUNT_P	Bool	%M10.4	False

Fig. 62 Tabla de variables Parte1

Totally Integrated Automation Portal			
Name	Data type	Address	Retain
VALOR_A_RESETEAR	DWord	%MD101	False
ENABLE_RESET	Bool	%M10.5	False
ENABLE_RESET_P	Bool	%M10.6	False
DEFOGE	Bool	%Q8.3	False
MARCA_CORT_MANUAL_P	Bool	%M10.7	False
MARCA_CORT_MANUAL_P(1)	Bool	%M11.0	False
MARCA_RESET_EV	Bool	%M11.1	False
DESC_DEFOGE	Bool	%M11.2	False
MARCA_ACT_DEFOG	Bool	%M11.3	False
EV1_CORTE_N	Bool	%M11.4	False
MARCA_DESC_DEFOG_N	Bool	%M11.5	False
FRECUENCIA_DINT	Dint	%MD12	False
FRECUENCIA_REAL	Real	%MD17	False
CONTADOR	Dint	%MD22	False
VELOCIDAD m/min	Dint	%MD26	False
RESERT_COUNT	Bool	%M31.0	False
time_defoge_aft_cut	Time	%MD40	False
time_cut	Time	%MD35	False
TIME_MESA_VOLTEO_MS	Time	%MD200	False
MARCA_MESA_VOLT_MANUAL	Bool	%M205.0	False
MESA_VOLTEO	Bool	%Q8.5	False
MARCA_PISTON_ENCODER_ARRIBA	Bool	%M205.1	False
SENSOR_FOTO_ELEC_P	Bool	%M300.0	False
MARCA_MESA_VOLT_MANUAL_P	Bool	%M300.1	False
MARCA_PISTON_ENCODER_ARRIBA_P	Bool	%M300.2	False
PISTON DE ENCODER	Bool	%Q8.4	False
MARCA_PISTON_ENCODER_ABAJO	Bool	%M205.2	False

Fig. 63 Tabla de variables Parte2

Totally Integrated Automation Portal			
Name	Data type	Address	Retain
<input type="checkbox"/> MARCA_PISTON_ENCODER_ABAJO_P	Bool	%M300.3	False
<input type="checkbox"/> f_neg_t_mesa_volt	Bool	%M300.4	False
<input type="checkbox"/> m_f_neg_t_mesa_volt	Bool	%M300.5	False
<input type="checkbox"/> Frecuencia Pulsos/Segundo	Dint	%ID1004	False
<input type="checkbox"/> velocidad mm/min	Real	%MD106	False
<input type="checkbox"/> ref_pul_cort_autom	DWord	%MD301	False
<input type="checkbox"/> VALOR_ING_LONG_PERF	UDint	%MD306	False
<input type="checkbox"/> RESULT_RESTA	UDint	%MD311	False
<input type="checkbox"/> M_EMERG_VALOR_ELEV	Bool	%M330.0	False
<input type="checkbox"/> CERRAR_VENT_EMER_V_A	Bool	%M330.2	False
<input type="checkbox"/> M_EMERG_VALOR_BAJO	Bool	%M330.1	False
<input type="checkbox"/> CERAR_VENT_EMERG_V_B	Bool	%M330.3	False
<input type="checkbox"/> RESULT_DIVISION	UDint	%MD316	False
<input type="checkbox"/> VALOR_ABSOLUTO	DWord	%MD321	False
<input type="checkbox"/> PULSOS_A_CORTAR	UDint	%MD325	False
<input type="checkbox"/> Valor_Ingresado_Long_perfil_HMI	UDint	%MD331	False
<input type="checkbox"/> Pulso para reset de contador	Bool	%M336.1	False
<input type="checkbox"/> Pulso para reset de contador m	Bool	%M336.2	False
<input type="checkbox"/> Escalamiento de Longitud Ingresada en Pulsos Dint	Dint	%MD400	False
<input type="checkbox"/> Escalamiento de Longitud Ingresada en Pulsos	LReal	%M110.0	False
<input type="checkbox"/> Escalamiento de Longitud Ingresada en Pulsos UDint	UDint	%MD410	False

Fig. 64Tabla de variables Parte3

Anexo 4: Hoja del departamento de Calidad, longitud de perfil

FERRO TORRE S.A.		CONTROL CALIDAD PERFIL OMEGA													
CÓDIGO: GOP-FOR-014		SUPERVISOR DE CALIDAD: <i>Jorge Villanar</i>		EQUIPO: <i>Yoder 2</i>		UNIDAD DE MEDIDA	NORMA INEN	CALIDAD	TURNO	FECHA DE PRODUCCIÓN					
OPERARIO: <i>Frieto - Delgado</i>		AYUDANTE: <i>Aguiñan</i>		REFERENCIA: <i>35x50x2000</i>		mm	1623	136	1	AÑO	MES	DÍA			
VERIFICADOR: <i>Jorge Indacahu</i>		LONGITUD NOMINAL: <i>2000</i>		TRAZABILIDAD DE MATERIA PRIMA		MUESTRO DE MEDICIONES					RADIOS Y ESCUADRA				
HORA	IDENTIFICACION				MEDIDAS					REVISO	CANT. DE PRIMERA (Unidades)				
	Nº LOTE	COLADA	ESPESOR (mm)	DESARROLLO (mm)	A	B	C	LONG (mm)	R1			R2	R3	R4	EP
09:05	TATA	ZR 2609	1.88	160	36	50.5	20.5	6015	4.5	4.5	4	4	90.5	JU	1206
11:40	TATA	ZR 2609	1.87	160	36	50.5	20.5	6018	4.5	4.5	4	4	90.7	JU	SEGUNDA (Kg)
13:35	TATA	ZR 2609	1.89	160	36	50.5	20.5	6018	4.5	4.5	4	4	90.5	JU	120 Kg
14:00	TATA	ZR 2609	1.91	160	36	50.5	20.5	6018	4.5	4.5	4	4	90.5	JU	CHATARRA (Kg)
15:00	TATA	ZR 2609	1.90	160	36	50.5	20.5	6005	4.5	4.5	4	4	90.5	JU	10 Kg
REGISTRO DE COMUNICACION															
FLECHA VERTICAL (mm)		FLECHA LATERAL (mm)		REVIRAMIENTO (mm)		HORA	FIRMA DEL LIDER DE CALIDAD	FIRMA DEL SUP. CALIDAD	OBSERVACIONES			TIPO DE SOLUCION			
						09:05	<i>Jorge Villanar</i>		Salidas frías con 6030.			ESTAS FRÍAS FUERON CORTADAS. HASTA VECER A 6015.			
						11:40	<i>Jorge Villanar</i>								
						13:35	<i>Jorge Villanar</i>								
						14:00	<i>Jorge Villanar</i>								
# ORDEN DE PRODUCCION		10445													

Fig. 65 Reporte de calidad en la longitud del perfil con sistema antiguo

FERRO TORRE S.A.		CONTROL CALIDAD CORREAS SECCION G FORMADAS													
CÓDIGO: GOP-FOR-009		SUPERVISOR DE CALIDAD: <i>Jorge Villanar</i>		EQUIPO: <i>Yoder 2</i>		UNIDAD DE MEDIDA	NORMA INEN	CALIDAD	TURNO	FECHA DE PRODUCCIÓN					
OPERARIO: <i>Arce - Guzmán</i>		AYUDANTE: <i>Arce - P.</i>		REFERENCIA: <i>Arce - P.</i>		mm	1623	136	1	AÑO	MES	DÍA			
VERIFICADOR: <i>Arce - P.</i>		LONGITUD NOMINAL: <i>2000</i>		TRAZABILIDAD DE MATERIA PRIMA					MUESTRO DE MEDICIONES						
HORA	IDENTIFICACION				MEDIDAS					REVISO	CANT. DE PRIMERA (Unidades)				
	Nº LOTE	COLADA	ESPESOR (mm)	DESARROLLO (mm)	A	B	C	LONG (mm)	R1			R2	R3	R4	EP
1:00 SEC					39.5	39	14	6008	4.5	3.5	4.5	3.5	89	R.G.	2481
8:00 SP C	1/2022	ZR 3036	1.78	165	41.5	39.5	14	6008	4.5	3.5	4.5	3.5	90	R.G.	SEGUNDA (Kg)
10:00 SP C					39.5	39	14	6006	4.5	3.5	4.5	3.5	89	R.G.	
11:30 1/2022	ZR 3036	1.78	165		39.5	39.5	13.5	6008	4.5	3.5	4.5	3.5	90	R.G.	
12:00 SEC					39.5	39.5	14	6008	4.5	3.5	4.5	3.5	81.8	R.G.	130
4:00 SEC	2/2022	ZR 3525	1.78	165	39.5	39.5	13.5	6008	4.5	3.5	4.5	3.5	89	R.G.	
15:00 SEC					39.5	39	14	6008	4.5	3.5	4.5	3.5	88.5	R.G.	
15:30 2/2022	ZR 3525	1.77	165		39.5	39.5	13.5	6008	4.5	3.5	4.5	3.5	89	R.G.	CHATARRA (Kg)
REGISTRO DE COMUNICACION															
FLECHA VERTICAL (mm)		FLECHA LATERAL (mm)		REVIRAMIENTO (mm)		HORA	FIRMA DEL LIDER DE CALIDAD	FIRMA DEL SUP. CALIDAD	OBSERVACIONES			TIPO DE SOLUCION			
# ORDEN DE PRODUCCION		24199													

Fig. 66 Reporte de calidad en la longitud del perfil con sistema repotenciado

Anexo 5: Paquete de acero con variación de longitud, sistema obsoleto.



Fig. 67 Paquete de acero con variación de longitud foto1



Fig. 68 Paquete de acero con variación de longitud foto2

Anexo 6: Paquete de acero sin variación de longitud, sistema repotenciado.

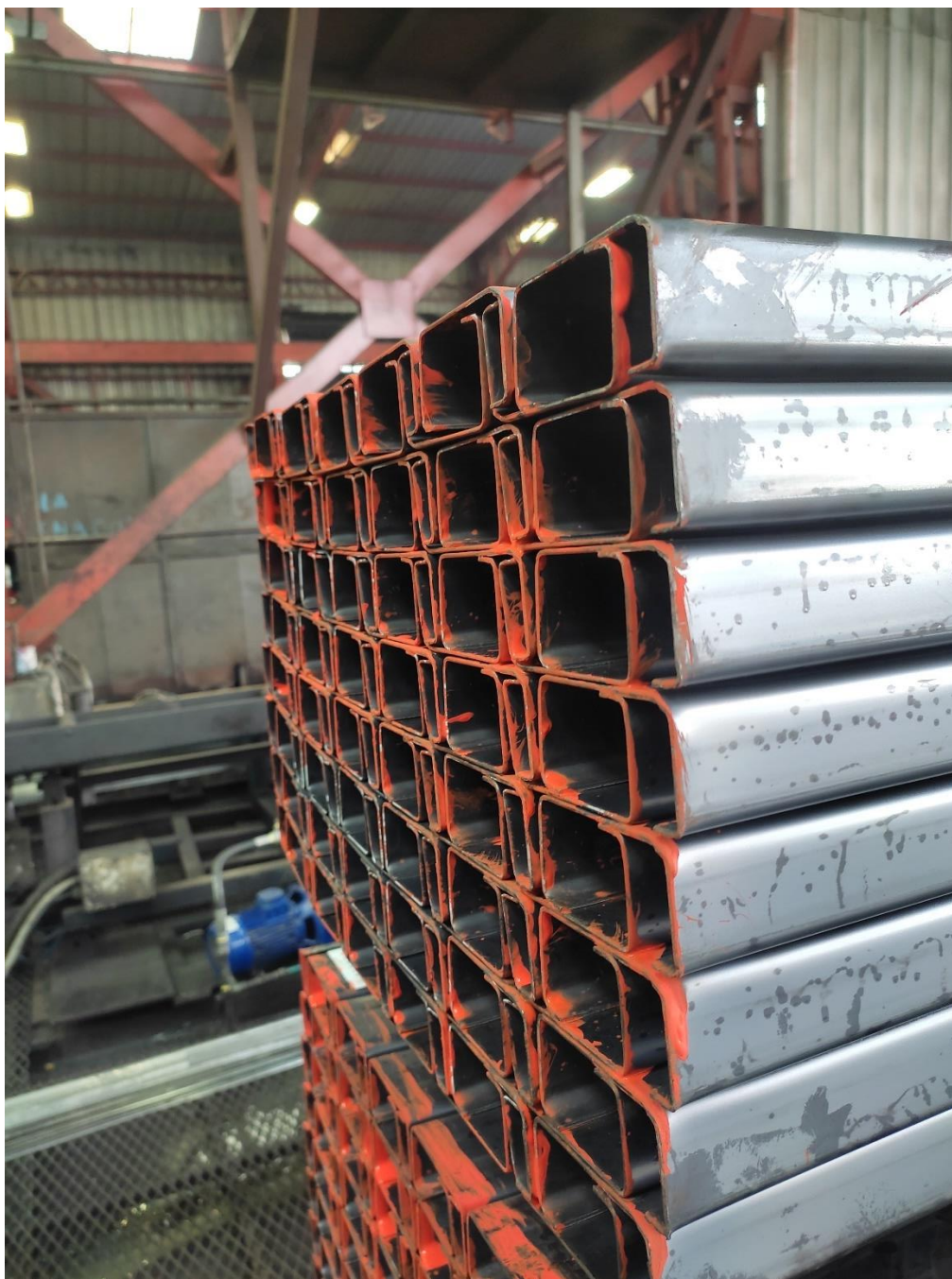


Fig. 69 Paquete de acero sin variación de longitud

Anexo 7: Consola de control obsoleta.



Fig. 70 Consola de control obsoleta vista externa

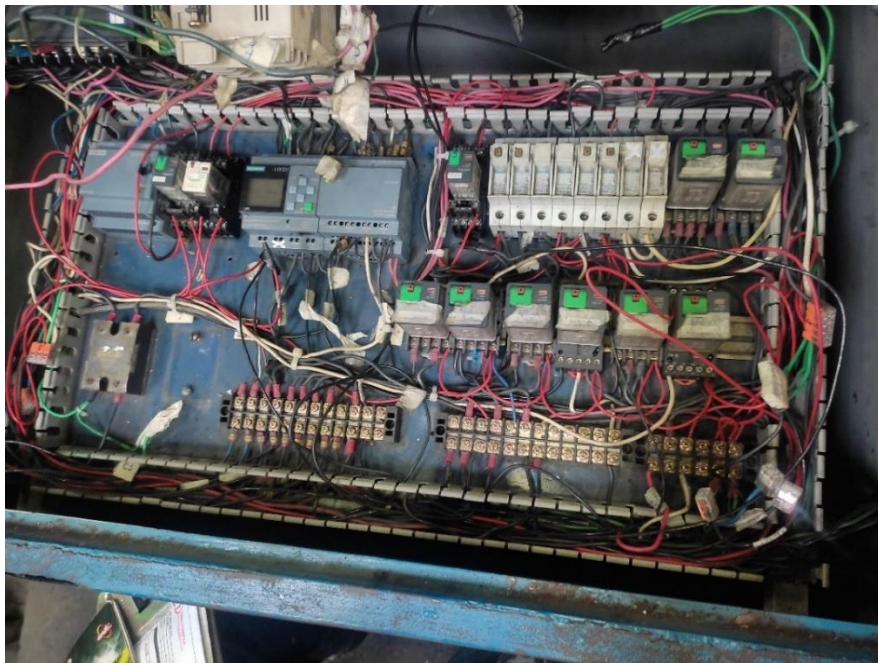


Fig. 71 Consola de control obsoleta vista interna

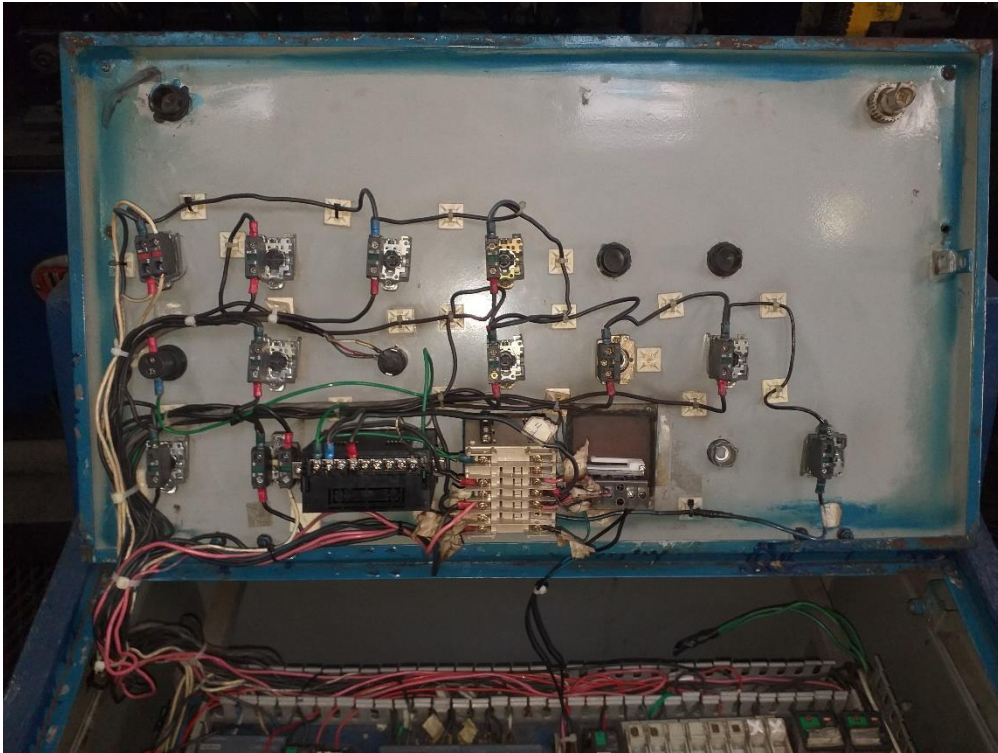


Fig. 72 Consola de control obsoleta vista de conexión elementos de maniobra

Anexo 8: Consola de control repotenciada



Fig. 73 Consola de control repotenciado vista externa

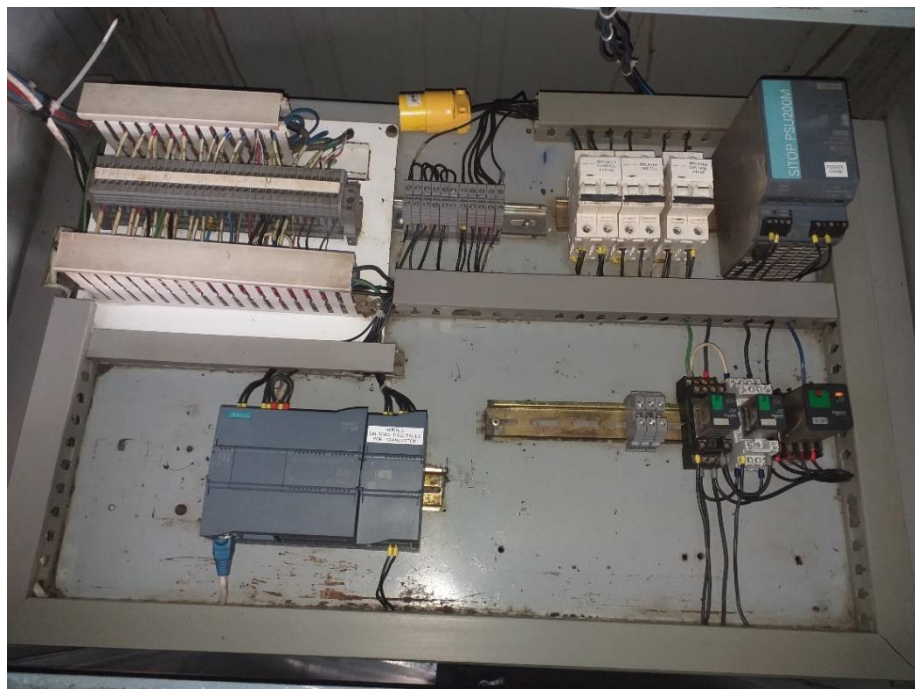


Fig. 74 Consola de control repotenciado vista interna

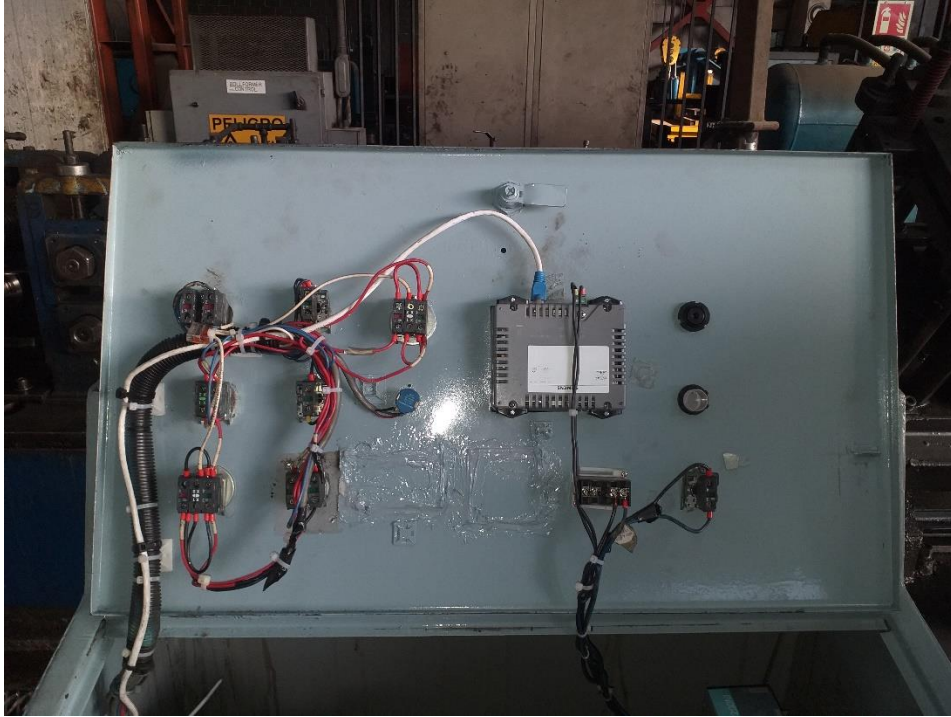


Fig. 75 Consola de control repotenciada vista de conexión elementos de maniobra

Anexo 10: Sensor fotoeléctrico para corte de sistema obsoleto



Fig. 76 Sensor fotoeléctrico para sistema de corte anterior

Anexo 11: Programación Pantalla HMI


Totally Integrated Automation Portal					
MANUAL					
Hardcopy of MANUAL					
					
Name	MANUAL	Background color	255, 101, 0	Grid color	0, 0, 0
Number	3	Template		Tooltip	
Botón_Long_Perfil					
Type	Button	Name	Botón_Long_Perfil	X position	115
Y position	139	Width	111	Height	40
Mode	Text	Text OFF	RESET_LONG_PERFIL	Text ON	Text
DynamizationsEvent					
Event name	Press				
Function listSetBit					
Tag	MARCA_RESET_COUNT				

Fig. 77 Programación HMI Manual parte 1

Totally Integrated Automation Portal					
DynamizationsEvent					
Event name	Release				
Function listResetBit					
Tag	MARCA_RESET_COUNT				
DynamizationsAppearance					
Tag - Cycle	MARCA_RESET_COUNT -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Botón_Act_Cort_Manual					
Type	Button	Name	Botón_Act_Cort_Manual	X position	115
Y position	96	Width	111	Height	40
Mode	Text	Text OFF	ACT_CORTE_MANUAL	Text ON	Text
DynamizationsEvent					
Event name	Press				
Function listSetBit					
Tag	MARCA_CORT_MANUAL				
DynamizationsEvent					
Event name	Release				
Function listResetBit					
Tag	MARCA_CORT_MANUAL				
DynamizationsAppearance					
Tag - Cycle	MARCA_CORT_MANUAL -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Botón_Encoder_Arriba					
Type	Button	Name	Botón_Encoder_Arriba	X position	115
Y position	53	Width	111	Height	40
Mode	Text	Text OFF	ENCODER_ARRIBA	Text ON	Text

Fig. 78 Programación HMI Manual parte 2

Totally Integrated Automation Portal					
Dynamizations\Event					
Event name		Press			
Function list\SetBit					
Tag		MARCA_PISTON_ENCODER_ARRIBA			
Dynamizations\Event					
Event name		Release			
Function list\ResetBit					
Tag		MARCA_PISTON_ENCODER_ARRIBA			
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	PISTON DE ENCODER -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Botón_Encoder_abajo					
Type	Button	Name	Botón_Encoder_abajo	X position	263
Y position	53	Width	111	Height	40
Mode	Text	Text OFF	ENCODER_ABAJO	Text ON	Text
Dynamizations\Event					
Event name		Press			
Function list\SetBit					
Tag		MARCA_PISTON_ENCODER_ABAJO			
Dynamizations\Event					
Event name		Release			
Function list\ResetBit					
Tag		MARCA_PISTON_ENCODER_ABAJO			
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	PISTON DE ENCODER -	Data type	Range	Range	0..0
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No

Fig. 79 Programación HMI Manual parte 3

Totally Integrated Automation Portal					
Botón_Act_Mesa_Volteo					
Type	Button	Name	Botón_Act_Mesa_Volteo	X position	263
Y position	96	Width	111	Height	40
Mode	Text	Text OFF	ACT_MESA_VOLTEO	Text ON	Text
Dynamizations\Event					
Event name		Press			
Function list\SetBit					
Tag		MARCA_MESA_VOLT_MANUAL			
Dynamizations\Event					
Event name		Release			
Function list\ResetBit					
Tag		MARCA_MESA_VOLT_MANUAL			
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	MARCA_MESA_VOLT_MANUAL -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Botón_Salir_Mdo_manual					
Type	Button	Name	Botón_Salir_Mdo_manual	X position	164
Y position	230	Width	160	Height	36
Mode	Text	Text OFF	SALIR DE MODO MANUAL	Text ON	Text
Dynamizations\Event					
Event name		Press			
Function list\ActivateScreen					
Screen name		imagen raíz		Object number	
				0	
Indicador_Long_Perfil					
Type	I/O field	Name	Indicador_Long_Perfil	X position	36
Y position	22	Width	97	Height	21

Fig. 80 Programación HMI Manual parte 4

Totally Integrated Automation Portal					
Layer	0 - Layer_Manual	Mode	Output	Font	Tahoma, 15px
Dynamizations\Tag connection					
Property name	Process value	Tag	LONG_PERFIL_DINT		
Txt_Long_Perfil					
Type	Text field	Name	Txt_Long_Perfil	X position	20
Y position	4	Width	129	Height	18
Layer	0 - Layer_Manual	Font	Tahoma, 12px	Text	LONGITUD DEL PERFIL
Indicador_Velocidad					
Type	I/O field	Name	Indicador_Velocidad	X position	189
Y position	23	Width	101	Height	20
Layer	0 - Layer_Manual	Mode	Output	Font	Tahoma, 15px
Dynamizations\Tag connection					
Property name	Process value	Tag	VELOCIDAD m/min		
Txt_Velocidad					
Type	Text field	Name	Txt_Velocidad	X position	205
Y position	4	Width	69	Height	18
Layer	0 - Layer_Manual	Font	Tahoma, 12px	Text	VELOCIDAD
Indicador_Cant_Cortado					
Type	I/O field	Name	Indicador_Cant_Cortado	X position	346
Y position	22	Width	101	Height	20
Layer	0 - Layer_Manual	Mode	Output	Font	Tahoma, 15px
Dynamizations\Tag connection					
Property name	Process value	Tag	CONTADOR		
Txt_Cantidad_Cortado					
Type	Text field	Name	Txt_Cantidad_Cortado	X position	335
Y position	3	Width	123	Height	18
Layer	0 - Layer_Manual	Font	Tahoma, 12px	Text	CANTIDAD CORTADO

Fig. 81 Programación HMI Manual parte 5

Totally Integrated Automation Portal					
Tiempo_Mesa_Volteo					
Type	Rectangle	Name	Tiempo_Mesa_Volteo	X position	117
Y position	186	Width	245	Height	36
Layer	0 - Layer_Manual	Background color	148, 150, 148	Border color	148, 150, 148
Ingreso_Time_Mesa					
Type	I/O field	Name	Ingreso_Time_Mesa	X position	191
Y position	200	Width	95	Height	20
Layer	0 - Layer_Manual	Mode	Input	Font	Tahoma, 15px
Dynamizations\Tag connection					
Property name	Process value	Tag	TIME_MESA_VOLTEO		
Txt_Tiempo_mesa					
Type	Text field	Name	Txt_Tiempo_mesa	X position	174
Y position	184	Width	130	Height	17
Layer	0 - Layer_Manual	Font	Tahoma, 11px	Text	TIEMPO MESA DE VOLTEO
Botón_Reset_cant_cortado					
Type	Button	Name	Botón_Reset_cant_cortado	X position	263
Y position	139	Width	111	Height	40
Mode	Text	Text OFF	RESET_CANT_CORT	Text ON	Text
Dynamizations\Event					
Event name	Press				
Function list\SetBit					
Tag	RESET_COUNT				
Dynamizations\Event					
Event name	Release				
Function list\ResetBit					
Tag	RESET_COUNT				

Fig. 82 Programación HMI Manual parte 6

Totally Integrated Automation Portal					
DynamizationsAppearance					
Tag - Cycle	RESERT_COUNT -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No

Fig. 83 Programación HMI Manual parte 7

Totally Integrated Automation Portal					
AUTO					
Hardcopy of AUTO					
Name	AUTO	Background color	0, 170, 0	Grid color	0, 0, 0
Number	2	Template		Tooltip	
Visualizador_Long_Perfil					
Type	I/O field	Name	Visualizador_Long_Perfil	X position	36
Y position	22	Width	97	Height	21
Layer	0 - Layer_Auto	Mode	Output	Font	Tahoma, 15px
DynamizationsTag connection					
Property name	Process value	Tag	LONG_PERFIL_DINT		
Indicador_EV1					
Type	Circle	Name	Indicador_EV1	X position	143
Y position	52	Width	48	Height	48
Radius	24	Background color	198, 195, 198	Border color	0, 0, 0

Fig. 84 Programación HMI Automático parte1

Totally Integrated Automation Portal					
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	EV1_CORTE -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Indicador_EV2					
Type	Circle	Name	Indicador_EV2	X position	216
Y position	51	Width	48	Height	48
Radius	24	Background color	198, 195, 198	Border color	0, 0, 0
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	EV2_CORTE -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Indicador_EV3					
Type	Circle	Name	Indicador_EV3	X position	290
Y position	52	Width	48	Height	48
Radius	24	Background color	198, 195, 198	Border color	0, 0, 0
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	EV3_CORTE -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Txt_Long_Perfil					
Type	Text field	Name	Txt_Long_Perfil	X position	20
Y position	4	Width	129	Height	18
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 12px	Text	LONGITUD DEL PERFIL
Txt_EV1					
Type	Text field	Name	Txt_EV1	X position	154
Y position	67	Width	26	Height	18
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 12px	Text	EV1
Txt_EV2					
Type	Text field	Name	Txt_EV2	X position	227
Y position	67	Width	26	Height	18
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 12px	Text	EV2

Fig. 85 Programación HMI Automático parte2

Totally Integrated Automation Portal					
Txt_EV3					
Type	Text field	Name	Txt_EV3	X position	301
Y position	67	Width	26	Height	18
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 12px	Text	EV3
Indicador_Desfoge					
Type	Circle	Name	Indicador_Desfoge	X position	167
Y position	127	Width	48	Height	48
Radius	24	Background color	198, 195, 198	Border color	0, 0, 0
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	DEFOGE -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Txt_Desfoge					
Type	Text field	Name	Txt_Desfoge	X position	167
Y position	109	Width	49	Height	18
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 12px	Text	DEFOGE
Visualizador_Velocidad					
Type	I/O field	Name	Visualizador_Velocidad	X position	189
Y position	23	Width	101	Height	20
Layer	0 - Layer_Auto	Mode	Output	Font	Tahoma, 15px
Dynamizations\Tag connection					
Property name	Process value	Tag	VELOCIDAD m/min		
Txt_Velocidad					
Type	Text field	Name	Txt_Velocidad	X position	205
Y position	4	Width	69	Height	18
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 12px	Text	VELOCIDAD
Indicador_Mesa					
Type	Circle	Name	Indicador_Mesa	X position	266
Y position	127	Width	48	Height	48
Radius	24	Background color	198, 195, 198	Border color	0, 0, 0

Fig. 86 Programación HMI Automático parte3

Totally Integrated Automation Portal					
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle	MESA_VOLTEO -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Txt_mesa					
Type	Text field	Name	Txt_mesa	X position	238
Y position	109	Width	105	Height	18
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 12px	Text	MESA DE VOLTEO
Time_Mesa					
Type	Rectangle	Name	Time_Mesa	X position	59
Y position	184	Width	132	Height	36
Layer	0 - Layer_Auto	Background color	148, 150, 148	Border color	148, 150, 148
Ingreso_Tme_mesa					
Type	I/O field	Name	Ingreso_Tme_mesa	X position	77
Y position	198	Width	95	Height	20
Layer	0 - Layer_Auto	Mode	Input	Font	Tahoma, 15px
Dynamizations\Tag connection					
Property name	Process value	Tag	TIME_MESA_VOLTEO		
Txt_time_mesa					
Type	Text field	Name	Txt_time_mesa	X position	58
Y position	181	Width	130	Height	17
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 11px	Text	TIEMPO MESA DE VOLTEO
Botón_Salir_Auto					
Type	Button	Name	Botón_Salir_Auto	X position	160
Y position	228	Width	160	Height	36
Mode	Text	Text OFF	SALIR DE MODO AUTOMATICO	Text ON	Text
Dynamizations\Event					
Event name	Press				

Fig. 87 Programación HMI Automático parte4

Totally Integrated Automation Portal					
Function list\ResetBit					
Tag		MARCA_AUTO			
Function list\ActivateScreen					
Screen name		Imagen raíz		Object number 0	
Dynamizations\Appearance					
Tag - Cycle		MARCA_CORT_MANUAL -		Data type Range	
Range		0, 255, 0		Range 1..1	
Foreground color		0, 0, 0		Background color	
				Flashing No	
Indicador_Cant_Cortado					
Type		I/O field		Name Indicador_Cant_Cortado	
Y position		22		X position 346	
Width		101		Height 20	
Layer		0 - Layer_Auto		Mode Output	
				Font Tahoma, 15px	
Dynamizations\Tag connection					
Property name		Process value		Tag CONTADOR	
Txt_Cant_Cortado					
Type		Text field		Name Txt_Cant_Cortado	
Y position		3		X position 335	
Width		123		Height 18	
Layer		0 - Layer_Auto		Font Tahoma, 12px	
				Text CANTIDAD CORTADO	
Long_Perfil					
Type		Rectangle		Name Long_Perfil	
Y position		181		X position 290	
Width		132		Height 36	
Layer		0 - Layer_Auto		Background color	
				148, 150, 148	
				Border color	
				148, 150, 148	
Ingreso_long_Perfil					
Type		I/O field		Name Ingreso_long_Perfil	
Y position		195		X position 308	
Width		95		Height 20	
Layer		0 - Layer_Auto		Mode Input	
				Font Tahoma, 15px	
Dynamizations\Tag connection					
Property name		Process value		Tag Tag_1	

Fig. 88 Programación HMI Automático parte5

Totally Integrated Automation Portal					
TxtIngreso_Long_perfil					
Type	Text field	Name	TxtIngreso_Long_perfil	X position	302
Y position	178	Width	108	Height	17
Layer	0 - Layer_Auto	Font	Tahoma, 11px	Text	LONGITUD DE PERFIL
GROUP_ADVERTENCIA					
Type	Group	Name	GROUP_ADVERTENCIA	X position	144
Y position	15	Width	199	Height	160
Layer	31 - Advertencia				
Botón_1					
Type	Button	Name	Botón_1	X position	315
Y position	16	Width	27	Height	24
Mode	Text	Text OFF	X	Text ON	Text
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		
Dynamizations\Event					
Event name			Press		
Function list/SetBit					
Tag			CERRAR_VENT_EMER_V_A		
Dynamizations\Event					
Event name			Release		
Function list/ResetBit					
Tag			CERRAR_VENT_EMER_V_A		
Rectángulo_3					
Type	Rectangle	Name	Rectángulo_3	X position	144
Y position	15	Width	199	Height	26
Layer	31 - Advertencia	Background color	132, 130, 132	Border color	0, 0, 0

Fig. 89 Programación HMI Automático parte6

Totally Integrated Automation Portal					
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		
Campo de texto_11					
Type	Text field	Name	Campo de texto_11	X position	146
Y position	18	Width	58	Height	22
Layer	31 - Advertencia	Font	Tahoma, 15px, style=Bold	Text	ERROR
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		
Rectángulo_4					
Type	Rectangle	Name	Rectángulo_4	X position	144
Y position	15	Width	199	Height	160
Layer	31 - Advertencia	Background color	198, 195, 198	Border color	0, 0, 0
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		
Campo de texto_12					
Type	Text field	Name	Campo de texto_12	X position	168
Y position	58	Width	152	Height	22
Layer	31 - Advertencia	Font	Tahoma, 15px	Text	LONGITUD DE PERFIL
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		
Campo de texto_13					
Type	Text field	Name	Campo de texto_13	X position	155
Y position	83	Width	179	Height	22
Layer	31 - Advertencia	Font	Tahoma, 15px	Text	INGRESADO ESTÁ FUERA
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		

Fig. 90 Programación HMI Automático parte7

Totally Integrated Automation Portal					
Campo de texto_14					
Type	Text field	Name	Campo de texto_14	X position	163
Y position	108	Width	162	Height	22
Layer	31 - Advertencia	Font	Tahoma, 15px	Text	DEL RANGO ADMITIDO
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		
Campo de texto_15					
Type	Text field	Name	Campo de texto_15	X position	202
Y position	134	Width	83	Height	22
Layer	31 - Advertencia	Font	Tahoma, 15px	Text	6010 - 6000
Dynamizations\Visibility					
Tag - Cycle	M_EMERG_VALOR_ELEV -	Data type	Range	Start range	1
End range	1	Visibility	Visible		
Cargar					
Type	Button	Name	Cargar	X position	412
Y position	181	Width	59	Height	36
Mode	Text	Text OFF	CARGAR	Text ON	Text
Dynamizations\Event					
Event name	Press				
Function list\SetBit					
Tag	Tag_6				
Dynamizations\Event					
Event name	Release				
Function list\ResetBit					
Tag	Tag_6				

Fig. 91 Programación HMI Automático parte8

Totally Integrated Automation Portal					
Imagen raíz					
Hardcopy of Imagen raíz					
Name	Imagen raíz	Background color	255, 255, 255	Grid color	0, 0, 0
Number	1	Template	Plantilla_1	Tooltip	
Softkey_F1					
Type	Function key	Key code	220	Global assignment	Checked
Graphic		Authorization		LED tag	
Bit in the LED tag	0				
Softkey_F2					
Type	Function key	Key code	221	Global assignment	Checked
Graphic		Authorization		LED tag	
Bit in the LED tag	0				

Fig. 92 Programación HMI Imagen Raíz parte1

Totally Integrated Automation Portal					
Softkey_F3					
Type	Function key	Key code	222	Global assignment	Checked
Graphic		Authorization		LED tag	
Bit in the LED tag	0				
Softkey_F4					
Type	Function key	Key code	223	Global assignment	Checked
Graphic		Authorization		LED tag	
Bit in the LED tag	0				
Botón_Manual					
Type	Button	Name	Botón_Manual	X position	54
Y position	193	Width	174	Height	63
Mode	Text	Text OFF	MANUAL	Text ON	Text
DynamizationsEvent					
Event name	Press				
Function listResetBit					
Tag	MARCA_AUTO				
Function listActivateScreen					
Screen name	MANUAL	Object number	0		
DynamizationsAppearance					
Tag - Cycle	MARCA_CORT_MANUAL -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
Botón_Auto					
Type	Button	Name	Botón_Auto	X position	249
Y position	193	Width	174	Height	63
Mode	Text	Text OFF	AUTOMÁTICO	Text ON	Text
DynamizationsEvent					
Event name	Press				

Fig. 93 Programación HMI Imagen Raíz parte2

Totally Integrated Automation Portal					
Function listSetBit					
Tag	MARCA_AUTO				
Function listActivateScreen					
Screen name	AUTO	Object number	2		
Function listSetBit					
Tag	MARCA_PISTON_ENCODER_ARRIBA				
DynamizationsAppearance					
Tag - Cycle	MARCA_CORT_MANUAL -	Data type	Range	Range	1..1
Foreground color	0, 0, 0	Background color	0, 255, 0	Flashing	No
DynamizationsEvent					
Event name	Release				
Function listResetBit					
Tag	MARCA_PISTON_ENCODER_ARRIBA				
Txt_Indicación					
Type	Text field	Name	Txt_Indicación	X position	54
Y position	161	Width	383	Height	23
Layer	0 - Ventana_Principal	Font	Tahoma, 15px, style=Bold, Underline	Text	SELECCIONA EL MODO EN QUE DESEAS TRABAJAR
Txt_Titulo					
Type	Text field	Name	Txt_Titulo	X position	133
Y position	1	Width	228	Height	23
Layer	0 - Ventana_Principal	Font	Tahoma, 15px, style=Bold, Italic, Underline	Text	SISTEMA DE CORTE YODER 2
Visor de gráficos_1					
Type	Graphic view	Name	Visor de gráficos_1	X position	-120
Y position	-328	Width	225	Height	225

Fig. 94 Programación HMI Imagen Raíz parte3

Totally Integrated Automation Portal					
Layer	0 - Ventana_Principal	Graphic	BeG1ZMbIAAAiynv	Fit graphic to size	Stretch graphic
Logo_FT					
Type	Graphic view	Name	Logo_FT	X position	122
Y position	5	Width	246	Height	168
Layer	0 - Ventana_Principal	Graphic	ferro-torre-logo	Fit graphic to size	Stretch graphic

Fig. 95 Programación HMI Imagen Raíz parte4

Anexo 12: Documento de entrega del proyecto técnico a la Empresa Ferro Torre S.A

Guayaquil, 6 de septiembre del 2022

Ing. Orlando Barcia
Director de Carrera de Ing. Electrónica y Automatización
Universidad Politécnica Salesiana

De mis consideraciones,

El motivo de la presente es para dar a conocer que el Sr. Kenny Vargas Sánchez con cédula de identidad N° 0930626320 entregó a la empresa el proyecto técnico "REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA MÁQUINA PERFILADORA DE ACERO A36 Y GALVANIZADO PARA LA EMPRESA FERRO TORRE S.A."

Atentamente,

Carlos Beltrán
FERRO TORRE S.A.



Jefe de Operaciones

Ferro Torre S.A.

CI: 1205055773

Fig. 96 Documento de entrega proyecto técnico