



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE SISTEMA Y AUTOMÁTICA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
LÁMINAS DE HIERRO NEGRO STAMCO EN LA EMPRESA ACEROS LAMINADOS C.A.**

REALIZADO POR:

NAVAS R, ALI G. CI: 15979803

RAMOS G, INDIRA V. CI: 15600284

TUTOR:

Prof. BARRIOS, ORIANA

Valencia, JUNIO 2011



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
LÁMINAS DE HIERRO NEGRO STAMCO EN LA EMPRESA ACEROS LAMINADOS C.A.**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD DE CARABOBO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA.**

REALIZADO POR:
NAVAS R, ALI G. CI: 15.979.803
RAMOS G, INDIRA V. CI: 15.600.284



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA**



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado **“DISEÑO EL SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LÁMINAS DE HIERRO NEGRO STAMCO EN LA EMPRESA ACEROS LAMINADOS C.A”**, realizado por los bachilleres: Ramos González, Indira Vanessa, Cédula de Identidad: 15.600.284 y Navas Rodríguez, Ali Gabriel, Cédula de Identidad: 15.979.803, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Oriana Barrios.
TUTOR

Prof. Francisco Arteaga.
JURADO

Prof. Teddy Rojas.
JURADO

Valencia, Junio de 2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor por darnos salud, fuerza, valor y por colocar en nuestras vidas momentos y personas que enriquecieron nuestras mentes y espíritus a lo largo del camino recorrido por la institución.

A nuestros padres por su apoyo incondicional en todo momento.

A nuestra tutora la Ing. Oriana Barrios por su comprensión, ayuda, guía pero sobre todo, su paciencia en la elaboración de este trabajo especial de grado.

A los demás profesores y compañeros de estudios de la escuela de eléctrica, quienes de una manera u otra contribuyeron a la realización de este proyecto.

A nuestro amigo Luis Machuca por su colaboración.

A nuestra amiga y hermana Andreina Pereira por todo el apoyo que nos ha brindado, amiga te queremos.

A la Empresa Aceros Laminados C.A por permitir la elaboración de este proyecto y la colaboración del personal encargado.

DEDICATORIA

A Dios padre, por guiarme, darme paciencia y perseverancia para lograr esta meta.

A la mujer mas increíble que conozco, no solo por ser un ser humano tan especial sino por lo guerrera que es, espero un dia llegar a ser al menos la mitad de la mujer que eres. Sra. Belkis Ramos (mi madre) este merito es tuyo, de nadie mas, TE AMO!! y GRACIAS.

A mi hijo Leonardo J, Rivero R, esto fue por TI y para TI, Te ADORO.

A los familiares y amigos que estuvieron presentes al inicio, mitad y final de mi carrera, pero sobre todos a esas personas que me ayudaron, me apoyaron y no dejaron que me rindiera JAMÁS.

Indira V, Ramos G

DEDICATORIA

A Dios padre, por guiarme, darme sabiduría y perseverancia para lograr esta meta.

A la persona más noble, bella y paciente que conozco y que además resulto ser mi madre la Sra. Linda G. Navas R. gracias mamá.

A mis hermanas Denisse Navarro y Demi Navarro

A mis amigos que estuvieron presentes al inicio, mitad y final de mi carrera, pero sobre todos a esas personas que me ayudaron, me apoyaron y no dejaron que me rindiera.

Ali G, Navas R



INTRODUCCIÓN

En estos tiempos la competitividad entre las empresas adquiere cada vez mayor importancia debido a los cambios tecnológicos y apertura de los mercados, por consiguiente el éxito depende de una elevada productividad y eficiencia por parte de las empresas donde la industria metalmecánica no forma parte de la excepción.

En Venezuela, la empresa Aceros Laminados C.A, es considerada como una de las compañías con el mayor índice de productividad en la industria del ramo metalmecánico del estado Cojedes, actualmente pretende agregar a su stock de procesos una línea de producción de láminas de hierro negro que permita satisfacer las demandas nacionales e internacionales mientras se realizan las mejoras a la ya existente.

La realización de este proyecto servirá de diseño para la automatización de dicho proceso, con la finalidad de sustituir temporalmente a la línea de producción existente, mientras se le realiza el mantenimiento correctivo; una vez hecho esto las dos líneas se mantendrán en funcionamiento, aumentando así la producción.

El diseño del sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A se realiza con la finalidad de ser usado para la implementación de dicho proceso. El trabajo constará de cuatro (4) capítulos, establecidos de la siguiente manera:

- ✚ Capítulo I: Esta relacionado con el problema, refiriéndose a las condiciones actuales del proceso de corte transversal de láminas de hierro negro en la empresa Aceros Laminados C.A y a la necesidad de diseñar el sistema de control y fuerza para una segunda línea que mantenga la



producción de las mismas, también se encuentran la justificación, los objetivos general y específicos de la investigación, además del alcance y limitaciones del presente trabajo.

- ✚ Capítulo II: Se presenta el marco teórico, el cual abarca desde los antecedentes que sirven de sustento para la realización de la investigación, hasta las bases teóricas relacionadas con los puntos mas relevantes, tratados en el proyecto, como lo son el funcionamiento de los controladores lógicos programables (PLC) especialmente el S7 300 de siemens, el software de programación del mismo, los sistemas SCADA y software intouch factory suite 2000 de wonderware.
- ✚ Capítulo III: lo constituye el marco metodológico, en él se especifica el tipo, diseño y metodología de la investigación, además se explica el procedimiento a seguir para cumplir con los objetivos, mediante las distintas fases.
- ✚ Capítulo IV: Se desarrolla todo lo relacionado con la simulación del proceso y la comunicación entre el PLC y el SCADA, usando el software Intouch factory suite 2000 de Wonderware, con el cual se demuestra el funcionamiento del sistema de control.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y un conjunto de anexos y apéndices que complementan la información presentada.



RESUMEN.

El hierro es un metal maleable de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas, se encuentra en la naturaleza formando parte de numerosos minerales. La mayor parte del hierro se utiliza como el elemento base para alojar otros elementos aleantes que confieren distintas propiedades al material, tales como el hierro forjado, fundido y el acero entre otros. Tiene una gran aplicación para productos siderúrgicos, utilizados para la construcción de buques, equipos ferroviarios, puertos y automóviles entre los más destacados.

La empresa Aceros Laminados C.A, es considerada como una de las compañías con el mayor índice de productividad en la industria del ramo metalmeccánico del estado Cojedes, actualmente pretende agregar a su stock de procesos una línea de producción de láminas de hierro negro que permita satisfacer las demandas nacionales e internacionales mientras se realizan las mejoras a la ya existente.

Por otra parte, la realización de este proyecto sirvió de diseño para la automatización de dicho proceso, para que pueda ser usado en una futura implementación. El trabajo consta de IV capítulos que permitieron realizar el diseño del sistema de control, las cuales se nombran a continuación:

- ✚ Capítulo I: El problema.
- ✚ Capítulo II: Marco Teórico.
- ✚ Capítulo III: Marco Metodológico.
- ✚ Capítulo IV: Simulación.

Finalmente se concluye que todos y cada uno de los objetivos específicos fueron alcanzados, demostrándose el buen funcionamiento del sistema de control.



ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
Introducción.....	1
Capítulo I: El Problema.....	3
1.1.- Planteamiento del problema.....	3
1.2.- Justificación.....	5
1.3.- Objetivo general.....	6
1.4.- Objetivos específicos.....	6
1.5. Alcance y Limitaciones.....	7
Capítulo II: Marco teórico.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2.- Bases teóricas.....	11
2.2.1.- Reseña Histórica.....	11
2.2.2.- Misión.....	12
2.2.3- Visión.....	12
2.2.4- Valores.....	12
2.2.5- Política de calidad.....	13
2.2.6.-Productos Fabricados.....	13
2.2.7.- Control de calidad.....	14
2.2.8.- Filiales.....	15
2.3.- Descripción del proceso.....	16
2.4.- Historia de los PLC's.....	19
2.4.1.- Controlador Lógico Programable (PLC).....	20
2.4.2.- Funcionamiento Básico.....	21
2.4.3.- Clasificación De PLC.....	22
2.4.4.- Ventajas y Desventajas De Los PLC's.....	23
2.4.5.- Simatic S7 300 de Siemens.....	25



2.4.6.- Identificación y Funciones.....	26
2.4.7.- Unidades de control del SIEMENS S7 300.....	30
2.4.8.- Montaje e interconexión de los módulos.....	32
2.4.9.- Ventajas del S7-300.....	37
2.4.10.- Aplicaciones del S7-300.....	38
2.4.11.- Mecanismos de Comunicación.....	39
2.5.- Software De Programación STEP 7.....	40
2.6.- Sistemas SCADA.....	47
2.7. Software Intouch Factory Suite 2000 De Wonderware.....	49
Capítulo III: Marco metodológico.....	52
3.1.- Tipo de investigación.....	52
3.2.- Diseño de la investigación.....	52
3.3.- Metodología de investigación.....	53
3.3.1.- FASE I: Estudiar el proceso de extracción de láminas de hierro negro.....	53
3.3.2.- FASE II: Estudiar el funcionamiento y la programación del PLC.....	53
3.3.3.- FASE III: Análisis de los elementos a utilizar.....	54
3.3.4.- FASE IV: Seleccionar las variables de entrada y salida al PLC.....	56
3.3.5.- FASE V: Programación.....	57
3.3.6.- FASE VI: Realizar el estudio de cargas de fuerza y de control.....	69
3.3.7.- FASE VII: Elaborar los planos de fuerza y de control.....	77
3.3.8.- FASE VII: Diseño y distribución del pupitre de mandos y del armario de control.....	77
3.3.9.- FASE IX: Estudiar el software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware.....	78
3.3.10.- FASE X: Simulación.....	78
3.3.11.- FASE XI: Análisis e interpretación de resultados.....	78
Capítulo IV: Simulación.....	79
4.1.- Simulación Del Sistema De Control.....	79



4.1.1.- Ventana del Proceso General de Producción de Láminas.....	80
4.1.2.- Ventana del Tablero Principal.....	81
4.1.3.- Ventana de la Etapa I.....	84
4.1.4.- Ventana de la Etapa I en 3D.....	85
4.1.5.- Ventana De La Etapa II.....	86
4.1.6.- Ventana de la Etapa II en 3D.....	87
4.1.7.- Ventana del Pupitre 1.....	88
4.1.8.- Ventana del Pupitre 2.....	89
4.1.9.- Ventana de Alarma.....	90
4.1.10.- Ventana de Información.....	91
4.1.11.- Ventana de la Gráfica Del Encoder.....	95
4.2.- Comunicación entre el PLC S7 300 DE Siemens y el SCADA.....	96
Conclusiones.....	113
Recomendaciones.....	116
Bibliografía.....	117
APÉNDICE.	
Apéndice A: Entradas y Salidas del sistema de control.....	120
Apéndice B: Planos.....	128
Apéndice C: Diagramas de flujo y ventanas del SCADA.....	144
Apéndice D: Diagrama Escalera del programa.....	154
ANEXOS.	
Anexos A: Tablas de las canalizaciones eléctricas.....	155
Anexos B: Datos técnicos de los equipos.....	162



ÍNDICE TABLAS

CONTENIDO	PÁG.
Tabla. 2.1: Led y estado de operación.....	28
Tabla 2.2. Modo de operación.....	29
Tabla. 2.3. Unidades de control.....	31
Tabla. 3.1 Dispositivos de control.....	55
Tabla. 3.2. Memoria descriptiva de la Etapa I.....	64
Tabla. 3.3. Memoria descriptiva de la Etapa II.....	66
Tabla 3.4. Memoria descriptiva de la Etapa III.....	68
Tabla. 3.5. Operaciones lógicas.....	69
Tabla. 3.6. Cálculos de Potencia (S) del PLC.....	71
Tabla. 3.7. Estudio de cargas del sistema de control.....	72
Tabla. 3.8 Datos de placas de los motores.....	73
Tabla. 3.9 Cálculo del conductor de los motores.....	75
Tabla. 3.9 Cálculo de las protecciones y conductor de puesta tierra.....	76
Tabla. 3.10 Cálculo del Sub-alimentador.....	77
Tabla. 4.1 Información común de las ventanas del proceso.....	96
APÉNDICES	
Apéndice “A”: Entradas y salidas del sistema de control.....	120
Tabla. A.1 Entradas del sistema de control.....	121
Tabla. A.2 Salidas del sistema de control.....	125
ANEXOS	
Anexo “A”: Tablas de canalizaciones electricas.....	155
Tabla. A.1 Ajuste para los dispositivos protección.....	156
Tabla. A.2 Capacidades de Corriente.....	157
Tabla. A.3 Calibre para conductores de puesta a tierra.....	158
Tabla. A.4 Corriente a plena carga para motores trifásicos.....	159



Tabla. A.5 Capacidad de corrientes nominales normalizada para protecciones eléctrica.....	160
Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre.....	161



ÍNDICE FIGURAS

CONTENIDO	PÁG.
Figura. 2.1 Carro Porta Bobina.....	17
Figura. 2.2 Zona de entrada.....	17
Figura. 2.3 Ubicación de maquinarias.....	19
Figura. 2.4 Estructura del Controlador Lógico Programable.....	22
Figura. 2.5. PLC Simatic S7 300 de Siemens.....	25
Figura. 2.6. Partes del PLC Simatic S7 300 de Siemens.....	27
Figura. 2.7. Bus conector.....	33
Figura 2.8 Módulos de Interconexión (IM).....	34
Figura. 2.9 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 1(4).....	43
Figura. 2.10 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 2(4).....	44
Figura. 2.11 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 3(4).....	46
Figura. 2.12 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 4(4).....	47
Figura. 3.1. Pantalla Principal del Simatic Manager.....	57
Figura. 3.2. Ventana de configuración de hardware (HW Config).....	58
Figura. 3.3. Tabla de referencias y direcciones de los módulos.....	60
Figura. 3.4. Ventana KOP/AWL/FUP.....	61
Figura. 3.5. Diagrama de flujo del inicio del proceso.....	62
Figura. 3.6. Diagrama de flujo de la etapa I.....	64
Figura. 3.7. Diagrama de flujo de la Etapa II.....	66
Figura. 3.8. Diagrama de flujo de la Etapa III.....	68
Figura 4.1 Proceso General.....	81
Figura. 4.2 Tablero Principal.....	83
Figura. 4.3 Etapa I.....	84
Figura. 4.4 Etapa I en 3D.....	85
Figura. 4.5 Etapa II.....	86



Figura. 4.6 Etapa II en 3D.....	87
Figura. 4.7 Pupitre N° 1.....	89
Figura. 4.8 Pupitre 2.....	90
Figura. 4.9 Ventana de alarmas.....	91
Figura. 4.10 Información.....	94
Figura. 4.11 Gráfica del Encoder.....	95
Figura. 4.12 Propiedades del PLC (Nombre y protocolo de comunicación).....	97
Figura. 4.13 Selección de variables salida.....	99
Figura. 4.14 Selección de variables entradas.....	100
Figura. 4.15 Selección de variables Bits internos.....	101
Figura. 4.16 Salidas Var. Seleccionadas.....	101
Figura. 4.17 Entradas Var. Seleccionada.....	103
Figura. 4.18 Bits internos Var. Seleccionada.....	104
Figura. 4.19 Icono top server.....	104
Figura. 4.20 Ventana Top server – Runtime.....	105
Figura. 4.21 Estado de algunos ítems de salida creados en el Quick Client.....	106
Figura. 4.22 Estado de algunos ítems de entrada creados en el Quick Client.....	107
Figura. 4.23 Estado de algunos ítems de bits interno creados en el Quick Client.....	107
Figura. 4.24 Ventana OPCLink Topic Definition.....	108
Figura. 4.25 Ventana de configuración del Access Name.....	109
Figura 4.26 Lista de algunos ‘tagname’ creados en el SCADA.....	110
Figura 4.27 Direccionamiento de los ‘Tagname’.....	111
Figura. 4.28 Mensaje en la ventana principal del OPCLink.....	112
APÉNDICES	
Apéndice “C”.....	144
Figura. C.1 Diagrama de flujo del proceso general.....	145



Figura. C.2 Diagrama de flujo a partir de la “Etapa I” y “Etapa I en 3d”...	146
Figura. C.3 Diagrama de flujo a partir de la “Etapa II” y “Etapa II en 3d”.....	146
Figura. C.4 Diagrama de flujo a partir de la ventana información.....	147
Figura. C.5 Calandra.....	148
Figura. C.6 Conos desenrolladores.....	148
Figura. C.7 Pisador.....	149
Figura. C.8 Enderezadora # 2.....	149
Figura. C.9 Enderezadora # 1.....	150
Figura. C.10 Cizalla.....	150
Figura. C.11 Sistema de enfriamiento de la cizalla.....	151
Figura. C.12 Autores del Sistema SCADA.....	151
Figura. C.13 Controlador Lógico Programable (PLC).....	152
Figura. C.14 Sensores y detectores.....	152
Figura. C.15 Electro válvulas y actuadores.....	153



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aceros laminados C.A, se encuentra ubicada en la zona industrial de Tinaquillo – Edo. Cojedes, es una empresa cuyo objetivo principal es la fabricación, compra – venta, distribución, comercialización y transformación de productos metal mecánico y siderúrgico, donde el principal proveedor de la materia prima (bobinas y alambrón) es la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR). Su especialidad es fabricar productos laminados en caliente así como aquellos conformados en frío, tales como: Flejes, pletinas, ángulos, cabillas, tuberías, barras, trefilado, pisa vidrio, “U” Vigueta, “U” guía, marco puerta, Omega, Onge, láminas, entre otros que son importantes para las empresas constructoras y ferreteras a nivel nacional e internacional.

Actualmente, Aceros Laminados C.A posee una línea de corte transversal que produce láminas de Hierro negro con espesores de 2 hasta 12 milímetros (mm), 6 metros (m) de longitud, ancho de 1 a 1,2 metros (m) y con un promedio mensual de ventas de 3.500 toneladas (Tn).

No obstante, la compañía desea aplicar un mantenimiento correctivo a las maquinarias que actualmente se encuentran en funcionamiento, debido a las constantes fallas eléctricas y mecánicas que se han presentado y que ocasionan la parada del proceso y pérdidas en la producción. Para ello, se plantea el montaje de la línea de producción de Hierro Negro STAMCO, con la finalidad de producir láminas con las características antes descritas y así reemplazar temporalmente la línea actual,



mientras se realizan las mejoras y mantenimiento respectivo; luego ambas funcionarán simultáneamente.

Por otra parte, la elaboración de las láminas es un proceso que se caracteriza por el corte y enderezado de la bobina y se puede resumir el funcionamiento de la Línea a implementar de la siguiente manera:

1. Se lleva la bobina, una a una, hasta los conos desenrolladores a través de grúas operadas por personal destinado para este fin.
2. El operador acciona los conos y éstos sujetan la bobina, luego acciona el pisador, que se posiciona sobre la bobina y con la ayuda de la mesa despuntadora, se guía la punta de la bobina hasta los rodillos de arrastre de la calandra.
3. Al salir de la calandra, la punta de la bobina es dirigida hacia las enderezadoras 1 y 2 respectivamente, cuya función es aplanar el material, dependiendo del espesor de la bobina, una actuará como enderezadora y la otra servirá de guía (enderezadora 1. Espesor < 10mm y enderezadora 2. Espesor > 10mm).
4. Seguidamente se produce el paso por la cizalla la cual es la encargada de producir el corte que generan las láminas.
5. Finalmente, las láminas serán compiladas en rumas y almacenadas hasta ser usadas en otros procesos posteriores para la fabricación del producto final.

En función de lo antes expuesto, es preciso el diseño del sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A de forma tal, que el nuevo proceso posea un sistema automatizado que garantice el funcionamiento correcto y eficiente de la línea,



mejorando los tiempos de producción y aumentando así, la capacidad instalada y los estándares de producción existentes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Aceros Laminados C.A, se encuentra equipada con maquinarias dirigidas a la mejora de los procesos y técnicas de fabricación de los productos. Sin embargo, estas maquinarias no se encuentran operativas debido a que la empresa no cuenta con un sistema automatizado que permita el uso óptimo de la capacidad.

Bajo esta misma perspectiva, se puede decir que el control automatizado de los procesos es primordial para mantener las exigencias del mercado actual, por lo tanto diseñar el sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO, implica para la compañía las siguientes ventajas:

1. Aumento en la producción mensual, ya que se minimiza el tiempo de trabajo.
2. Facilidad en la detección de las fallas que se presentan en las maquinarias, porque el personal de mantenimiento puede visualizar desde el monitor donde se produjo el problema.
3. Mejoras en las condiciones de trabajo, esto se traduce en seguridad para los operadores y comodidad en la realización de las actividades.
4. Oportunidad en la obtención de un programa de automatización, como lo es el SCADA (Sistema de Control Supervisorio y Adquisición de Datos), que puede ser aplicado en otras áreas de trabajo.



1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de Hierro Negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la información del proceso para establecer las variables que intervienen en él, mediante investigaciones prácticas y recopilación técnica del mismo.
- Estudiar las cargas de fuerza y de control con el fin de analizar los dispositivos que se deben colocar para el control y automatización del proceso.
- Realizar el estudio del funcionamiento y programación del controlador lógico programable (PLC), con la finalidad de realizar el programa del sistema de control.
- Elaborar los planos de fuerza y control para facilitar la futura implementación del tablero de fuerza y la automatización.
- Simular el proceso a través del Software intouch factory Suite 2000 de wonderware con el fin de comprobar el funcionamiento del sistema de control.



1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES.

Este trabajo especial de grado abarcará el logro de los objetivos anteriormente expuestos, limitándose así, al diseño más no a la implementación de los mismos, con la finalidad de ofrecer a los empresarios de Aceros Laminados C.A una alternativa óptima para la automatización de la Línea de láminas de hierro negro Stamco.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.

- BULLA L, Claudia M y BENAVIDES R, Yarkov (2005): “**SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL PARA MPS FESTO**”, presentado ante la Facultad de Ingeniería de Diseño y Automatización Electrónica, Universidad De La Salle. Colombia, Bogotá. El objetivo principal de esta investigación se basa en implementar un sistema de monitoreo en MPS (estaciones de producción modular) FESTO, usando el sistema SCADA con la finalidad de crear un procedimiento que tenga aplicaciones dirigidas hacia la industria. La contribución que esta investigación realiza, se relaciona con el software intouch factory Suite 2000 de wonderware, la cual muestra de una manera sencilla como utilizarlo, además de brindar información relacionada con los controladores lógicos programables (PLC).
- CRUZ P, Erick A y SALCEDO, Rainier (2008): “**DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN Y MEJORAS EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ASFALTO**”, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. Principalmente este trabajo especial de grado propone diseñar un sistema de control basado en nuevas tecnologías para sustituir equipos defectuosos o antiguos mejorando la seguridad y optimizando el proceso. El aporte a esta investigación es concerniente a los antecedentes teóricos de los controladores lógicos programables (PLC).



- VIÑA, Cruz M (2005): **“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL TREN DE SECADO DE LA MAQUINA CORRUGADORA DE LA EMPRESA CARTÓN DE VENEZUELA S.A SMURFIT USANDO UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)”**, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. En el cual se realiza el sistema de control de la máquina corrugadora de la empresa Cartón de Venezuela S.A para detectar con mayor rapidez las fallas, minimizar los tiempos improductivos en la planta haciendo uso de un controlador lógico programable (PLC) SLC500 de la familia Allen Bradley (AB) y simulando el correcto funcionamiento del sistema mediante el software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware. El aporte de esta investigación se refiere a las bases teóricas tanto de los PLC como del software a utilizar para la simulación (wonderware), así como también con relación al esquema a seguir para la elaboración del proyecto.

- ORTEGA F, Roser (2009): **“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE SAPONIFICACIÓN”**, presentado ante la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones de Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. El proyecto comprende el diseño, construcción y puesta en marcha de un módulo didáctico, que reproduzca en todo lo posible una instalación industrial del proceso de saponificación, esta instalación se concibe con la intención de servir de herramienta didáctica que permitirá investigar algoritmos de control avanzados. El aporte de este es con relación a las bases teóricas sobre los sistemas SCADA.



- LIPORACI, Katherinne y TORREALBA, Yarlenniece (2009): **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DIDÁCTICO PARA PRÁCTICAS DE REDES CON PLC UTILIZANDO PLANTAS PILOTO DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL II”**, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. El objetivo de este trabajo especial de grado es el desarrollo de un sistema didáctico para realizar prácticas de comunicación entre autómatas, utilizando plantas piloto del Laboratorio de Automatización Industrial II. El aporte a esta investigación es formar profesionales que se adapten a las necesidades y exigencias del campo laboral, así como fomentar nuevas investigaciones que favorezcan el crecimiento del personal en un ambiente competitivo.

- DE SOUSA, Luis G. y GARCÉS C, Pedro L. (2010): **“ DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE LA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN UNA PLANTA PILOTO DE DISIPACIÓN DE CALOR EN COJINETES DE UNA TURBINA A GAS”**, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar la ingeniería básica y de detalle para el diseño de la instrumentación y control requeridos para la puesta en funcionamiento de la planta piloto de disipación de calor en cojinetes de una turbina a gas, del Laboratorio de Energía e Hidráulica de la Universidad José Antonio Páez, Municipio San Diego, debido a la necesidad de poner en marcha dicha planta piloto para apoyar el desarrollo de las actividades de docencia, investigación y extensión que se realizan en la carrera de Ingeniería Mecánica.



2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1 RESEÑA HISTORICA.

Aceros Laminados, C.A., inicia con el nombre de EUKI, que significa “tener” en idioma vasco, e inscrita en el Registro Mercantil de la Circunscripción Judicial del Distrito Federal, el 02 de febrero de 1981, por sus actuales propietarios, los hermanos Lasa Ochoa. En sus inicios, su producción consistía en la construcción de calderas, tanques de grandes dimensiones, conductores, containeres y estanterías. El 25 de febrero de 1986, cambia de domicilio, trasladándose a la ciudad de Tinaquillo, Estado Cojedes, gracias a los recursos aportados por Corpoindustria, a través de un crédito, lo cual les permite adquirir un galpón con un área de 4.884 m² y un área techada de aproximadamente 2.000 m². Dos años después en 1988, le fue cambiada la denominación social EUKI por la de Aceros Laminados C.A., para inicio de las operaciones en el galpón 14, en febrero de 1986 se instaló una máquina enderezadora de pletinas de ½”, donde el corte era de 3 m, luego fue ampliado a 6 m, debido a que era más útil el corte de 6 m que el de 3 m.

En la actualidad cuenta con 13 galpones totalmente techados, encontrándose Aceros Laminados desde la parcela E-11 hasta la E-14 y ampliándose desde la D-13 hasta la D-17. A través de los últimos años han tenido un incremento positivo, lo que ha requerido la adquisición de nuevos equipos y maquinarias con tecnología de punta como BM ELECTRONICA, SIEMENS, TELEMECANIQUE, entre otras, los cuales se encuentran distribuidos en los 13 galpones a que se hizo referencia anteriormente. Cuando la Empresa se inició contaba con una fuerza laboral de seis personas, mientras que actualmente cuenta con 330 personas en total. Aceros Laminados C.A., cuenta con filiales, distribuidoras y vendedoras de sus productos a nivel nacional e



internacional, lo cual exige que la misma enfrente constantes cambios, en cuanto a la estructura organizativa y física de la planta.

2.2.2 MISION

Aceros Laminados, C.A., se dedica a la búsqueda del mejoramiento del sistema de calidad para satisfacer a sus clientes y alcanzar un nivel de excelencia y competitividad en el mercado.

2.2.3 VISION

Aceros laminados, C.A. pretende seguir siendo una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación de productos de calidad para la construcción y herrería, por medio de un mejoramiento continuo y personal calificado para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, incluyendo el compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad.

2.2.4 VALORES

La base fundamental no es más que la responsabilidad, seriedad y confiabilidad de la gestión de la organización, considerando de suma importancia la ética en cuanto a la relación con sus respectivas carteras de clientes y proveedores. La organización se preocupa por garantizar óptimas condiciones de trabajo a sus empleados, valorando la iniciativa y liderazgo en base a los resultados.



2.2.5 POLITICA DE CALIDAD.

- Satisfacer las necesidades y expectativas del stock de clientes internos y externos a través de la mejora continua de la gente, métodos, equipos y materiales, sorprendiéndolos a través de productos innovadores seguros y de alta calidad, mediante el mejoramiento continuo de los procesos.
- Obtener una mejora de la productividad para lograr una mayor participación en los mercados nacionales a través de un sistema de calidad orientado en el mejoramiento continuo del nivel de vida de los trabajadores y la conservación del medio ambiente.

2.2.6 PRODUCTOS FABRICADOS.

Estos pueden clasificarse de la siguiente manera:

1. Productos planos.

1.1 Láminas.

- 1.1.1 Láminas de Hierro Pulido (HP).
- 1.1.2 Láminas de Hierro Negro (HN).
- 1.1.3 Láminas Estriadas.
- 1.1.4 Láminas decapadas y aceitadas.
- 1.1.5 Láminas aceral.
- 1.1.6 Lámina galvanizada lisa.
- 1.1.7 Lámina corrugada.

1.2 Flejes.

1.3 Pletinas.

2. Productos no planos.



2.1 Ángulos.

2.2 Cabillas.

2.3 Tubería.

2.3.1 Tubo cuadrado HP – HN

2.3.2 Tubo rectangular HP – HN

2.3.3 Tubo redondo HP – HN

2.3.4 Tubo estructural.

2.3.5 Tubo ventilación

2.3.6 Tubo galvanizado ISO II

2.4 Barras.

2.4.1 Barra cuadrada.

2.4.2 Barra redonda.

2.5 Trefilado.

2.6 Perfiles Frío.

2.6.1 “U” Guía, Pisa vidrio, “U” Vigüeta, marco puerta, Omega, Onge.

2.2.7 CONTROL DE CALIDAD.

La empresa, se rige bajo las siguientes normas:

- ❖ ASTM 500 para tubos de hierro negro.
- ❖ ASTM 66 para tubos de hierro pulido.
- ❖ Normas ACELACA:
 - COVENIN 304.
 - COVENIN 556.



- COVENIN 853.
- COVENIN 854.
- COVENIN 1366.

Actualmente se está optando por la obtención de la norma ISO 9000. 2000

2.2.8 FILIALES.

Aceros Laminados C. A., cuenta filiales distribuidoras y vendedoras como:

- Hierro Cojedes.
- Hierro Cojedes Barinas.
- Hierro San Félix.
- Hierro Cojedes Maracay.
- Hierro Cojedes Valencia.
- Acero Ganga (Barcelona).
- Hierroganga (Maracay).
- Aceros Laminados Zonfipca.
- Gangahierros
 - Gangahierros la Blanquera (Valencia).
 - Gangahierros Zona Industrial (Valencia).
 - Gangahierros Tinaquillo.



2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El proceso se divide en tres etapas, carga, enderezado y corte de la bobina de trabajo y se describe de la siguiente manera:

ETAPA I: Carga de la bobina.

1. El operador debe ubicar en fila un aproximado de 4 bobinas.
2. El carro porta bobina (CPB) mostrado en la figura 1, debe estar ubicado debajo de la primera bobina que esté en la fila, tal como se observa en la figura 2.
3. Al momento de iniciarse el proceso, el CPB debe subir una mesa para cargar la bobina, una vez hecho esto se traslada hasta los conos desenrolladores.
4. Al llegar a los conos estos deben extenderse para sujetar la bobina, y luego la mesa del carro volverá a su posición inicial y este regresará a posicionarse sobre la siguiente bobina.
5. Estos 4 pasos se repiten cada vez que se requiera el cambio de bobina
6. El operador debe cortar el fleje que asegura la bobina.
7. Se verifica si la punta del fleje se encuentra en la posición correcta para desenrollar, de no ser así se hacen girar los conos hasta ubicar la posición idónea.
8. Inmediatamente baja el pisador y se coloca sobre la bobina de trabajo, se sube la mesa despuntadora y una vez arriba se extiende la punta para guiar el fleje.
9. Se hace girar los rodillos del pisador y con ayuda del operador se hace pasar la punta del fleje por los rodillos de arrastre en la entrada de la calandra.

A continuación se muestra la representación grafica del sistema de transporte de las bobinas

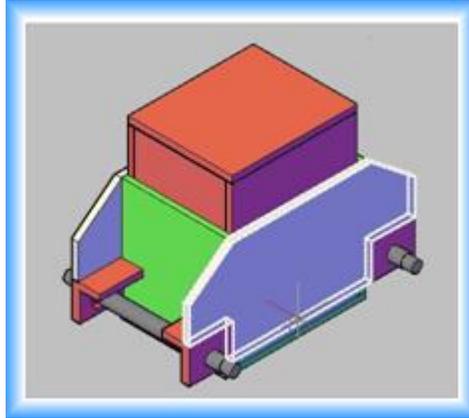


Figura. 2.1 Carro Porta Bobina
Fuente: Cortesía de Aceros Laminados C.A

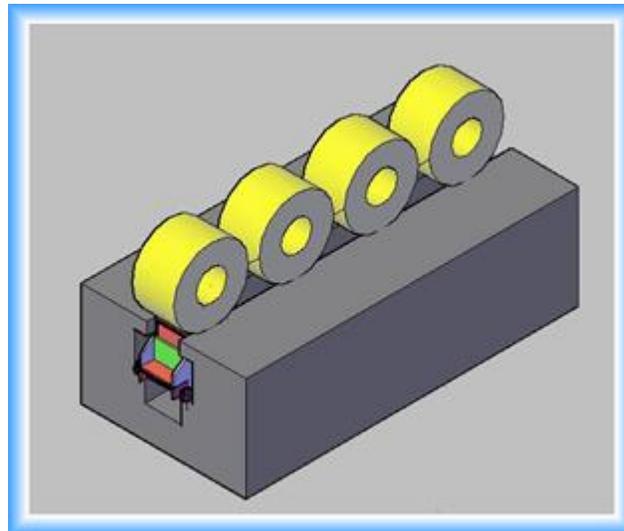


Figura. 2.2 Zona de entrada
Fuente: Cortesía de Aceros Laminados C.A



ETAPA II: Enderezado.

1. Los rodillos de arrastre en la entrada de la calandra comienzan a girar, al igual que los rodillos inferiores situados en el medio de la calandra, si es necesario el rodillo superior de la calandra bajará para doblar el material si este tiene algún imperfecto.
2. A la salida de la calandra se encuentra la enderezadora 1 que maneja espesores menores de 10mm y luego la enderezadora 2 que trabaja para espesores mayores a los 10mm, cuando una de la dos ejerce la función de enderezadora (aplanar el material) la otra sirve de guía.
3. Las características de las enderezadoras son iguales, al igual que el principio de funcionamiento, variando solo el tamaño y grosor de los rodillos. Constan de 3 rodillos inferiores los cuales giran para mover el material, y cuatro superiores que bajan y suben para aprisionar la lámina. En la enderezadora 1 se bajan o suben los rodillos de forma manual a través de 3 tornillos sin fin, los rodillos inferiores de la misma y los rodillos superiores e inferiores de la enderezadora 2 son accionados a través de motores eléctricos.

ETAPA III: Corte.

1. La hoja de la cuchilla debe subir para que la lamina pase a través de ella, esto lo realiza mediante dos (2) cilindros ubicados a los extremos.
2. Una vez que se obtenga la longitud deseada (6 o 12 mt), se deben parar todos los rodillos de arrastre (calandra, enderezadora 1y 2), y se bajan los 8 pisadores de la cizalla para presionar la lámina en el momento del corte.

3. Inmediatamente después se baja la cuchilla para realizar el corte, luego se sube la cuchilla, los pisadores y se reanuda el movimiento de todos los rodillos de arrastre.

En la Figura 2.3, se muestra la distribución de las máquinas en el proceso.

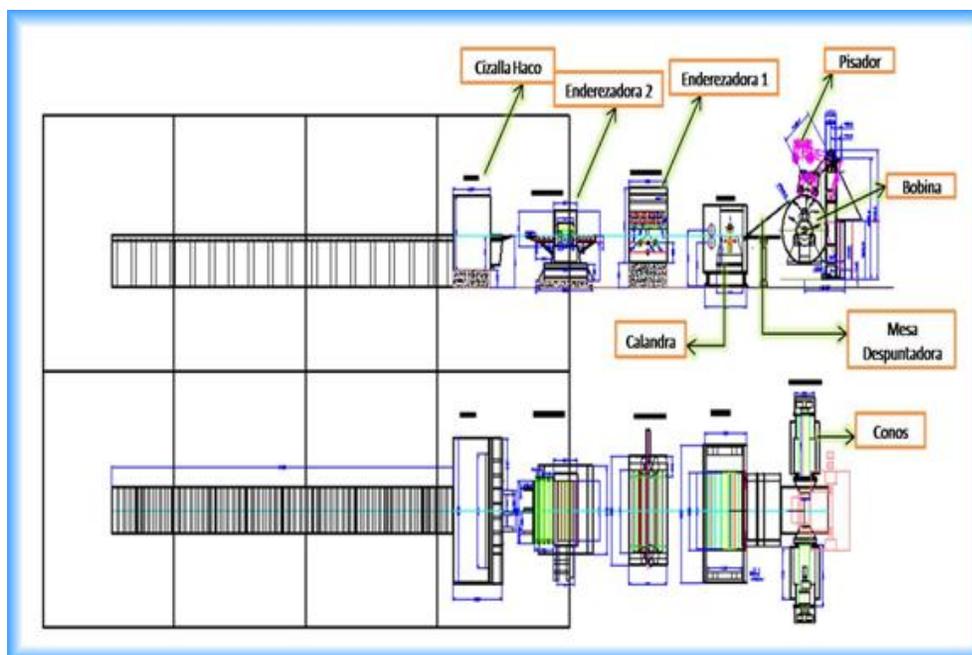


Figura. 2.3 Ubicación de maquinarias.
Fuente: Cortesía de Aceros Laminados C.A

2.4 HISTORIA DE LOS PLC's.

El desarrollo de los controladores lógicos programables (PLC's) fue dirigido originalmente por los requerimientos de los fabricantes de automóviles y los constantes cambios de los sistemas de control en sus líneas de producción, ya que anteriormente requería de un intenso re-alambrado de bancos de reveladores lo cual



resultaba muy costoso, y fue entonces cuando las compañías automotrices, tras la aparición de los dispositivos de estado sólido retaron a los fabricantes de control a cambiar el control lógico sin necesidad de re-alambrar todo el sistema.

En 1968 nacieron los primeros PLC's, los cuales debían ser fácilmente programables, tener un tiempo de vida largo, trabajar bajo entornos adversos, entre otros, en la década de los 70's con la aparición del microprocesador, adquieren más capacidad de memoria, posibilidad de entradas/salidas remotas, analógicas y numéricas, funciones de control de posicionamiento, aparición de lenguajes con mayor número de instrucciones y desarrollo de comunicaciones con otros ordenadores.

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional-integral-derivativo (PID), además de comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

2.4.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).

Es la primera máquina con lenguaje, es decir, un calculador lógico cuyo juego de instrucciones se orienta hacia los sistemas de evolución secuencial, también se puede definir como un dispositivo de estado sólido usado para controlar la operación de máquinas o procesos por medio de un programa almacenado en su memoria y la lectura/actualización de sus entradas/salidas. Las salidas pueden actuar sobre motores eléctricos, válvulas, ventiladores e interruptores de luz, entre otras. Mientras que las señales de entrada suelen estar generadas por pulsadores o sensores de diversos tipos



como finales de carrera, transductores de temperatura, presión, u otras magnitudes físicas.

2.4.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO.

Consiste básicamente en:

- **Módulos de entradas:** Una entrada es capaz de aceptar una gran diversidad de señales analógicas o digitales de varios dispositivos (sensores) y los convierte en una señal lógica que podrá ser usada por el CPU.
- **CPU:** Es la encargada de tomar las decisiones y de ejecutar las instrucciones de control basada en las instrucciones del programa de memoria.
- **Módulos de salidas:** convierte las instrucciones de control de la CPU en una señal digital o analógica que se puede usar para controlar los elementos primarios o finales de control (actuadores).
- **Dispositivo de programación:** se utilizan para introducir las instrucciones que especifican lo que debe hacer el autómata según una entrada en particular.

La interacción entre estos dispositivos, se puede observar en la figura 2.4:

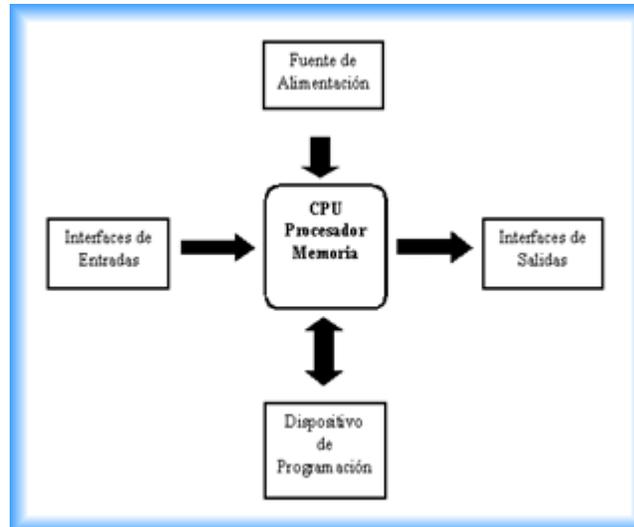


Figura. 2.4 Estructura del Controlador Lógico Programable.
Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

2.4.3 CLASIFICACIÓN DE PLC.

Existe una gran variedad de PLC, que se distinguen uno de otro por sus funciones, aspecto físico, capacidad y otros, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **PLC tipo Nano:** Generalmente de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O digitales, generalmente en un número inferior a 100 y algunos módulos especiales.
- **PLC tipo Compactos:** Estos tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:



- Entradas y salidas analógicas.
- Módulos contadores rápidos.
- Módulos de comunicaciones.
- Interfaces de operador.
- Expansiones de I/O

➤ **PLC tipo Modular:** Existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O, se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack.
- Fuente de Alimentación.
- CPU.
- Módulos de I/O [5].

2.4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC's.

2.4.4.1 VENTAJAS.

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
 - No se precisa simplificar las ecuaciones lógicas, debido a que generalmente la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
 - La lista de materiales queda sensiblemente reducida.



- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismo autómatas pueden detectar e indicar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta de funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata será útil para otra máquina o sistema de producción.

2.4.4.2 DESVENTAJAS.

- Requiere de un programador, lo que obliga a adiestrar algunos técnicos.
- El costo inicial puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo; es conveniente que el proyectista conozca al PLC tanto en sus ventajas como en sus limitaciones.

2.4.5 SIMATIC S7 300 DE SIEMENS.

El mini autómatas de SIEMENS el cual se muestra en la figura 2.5, fue ideado especialmente para aumentar el ritmo y disminuir sensiblemente los tiempos de ciclo y de respuesta y así aumentar la calidad del proceso, adicionalmente asegura la adquisición y tratamiento de señales (analógicas o digitales) a cualquier velocidad y en cualquier forma en que se presenten.



Figura. 2.5. PLC Simatic S7 300 de Siemens.
Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

Características.

- De aplicación flexible gracias a la posibilidad de realizar estructuras descentralizadas e interconexiones por red.



- Instalación simple y sin necesidad de ventilación.
- Ampliable sin problemas en el caso de que aumenten las tareas.
- Alta potencia de cálculo con hasta aritmética de 32 bits en coma flotante e interfaces multipunto o puerto MPI
- Posee una CPU cuya velocidad es 100 veces mayor a las convencionales (la más potente de sus 5 CPU no necesita más de 0,3 ms para ejecutar 1024 instrucciones binarias y no mucho más al procesar palabras).
- Una Memoria de programa de 16K instrucciones de capacidad máxima, 1024 entradas/salidas digitales y 32 módulos dentro de un solo sistema (para tareas especiales se ofrecen módulos específicos).
- El lenguaje de programación se realiza bajo el entorno de Windows.

2.4.6 IDENTIFICACIÓN Y FUNCIONES.

En la figura 2.6 se identifican las diferentes partes del Simatic S7 300 y sus funciones, a continuación se definen algunas de las más relevantes:

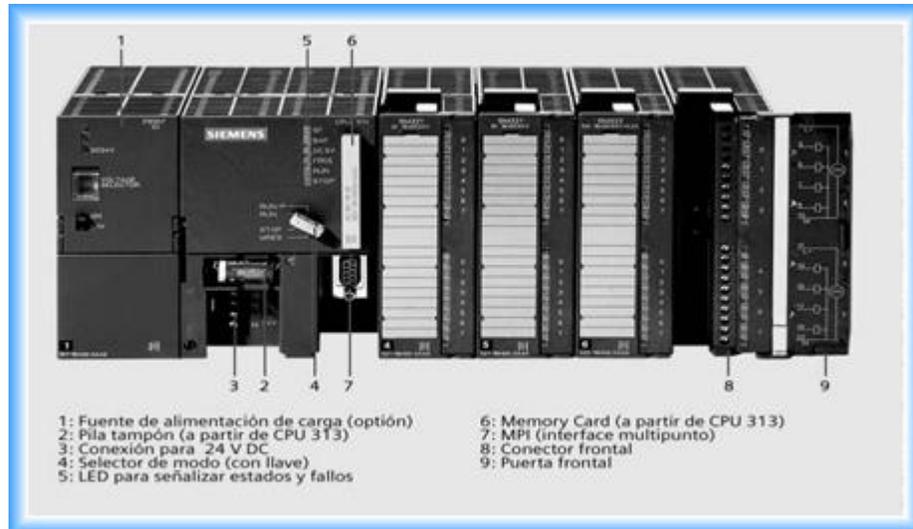


Figura. 2.6. Partes del PLC Simatic S7 300 de Siemens.

Fuente: Catálogo Simatic S7 300 de Siemens

- **Pila Tampón (a partir de CPU 313):** Su función es mantener el programa en caso de fallo de alimentación y tiene una autonomía de un año.
- **LEDs de indicación de estado y error:** Muestran el modo de operación que tiene actualmente el autómata o indican si se ha producido un error, en la tabla 2.1 se muestra el estado de operación.

**Tabla. 2.1: Led y estado de operación**

LED's	LED Y ESTADO DE OPERACIÓN
SF (rojo)	Indica un error de hardware o de software
BATF (rojo)	Indica error de batería
DC5V (verde)	Indica que la alimentación 5V para CPU y el bus S7-300 se encuentra en orden.
FRCE (amarillo)	Petición de forzado permanentemente activada
RUN (verde)	CPU en RUN. El LED parpadea en arranque a 1Hz, en parada a 0,5Hz.
STOP (amarillo)	CPU en STOP, paro o arranque, el LED parpadea cuando aparece una petición de borrado total.

Fuente: Tesis de Máster en Ingeniería Electrónica.

- Fuente de alimentación de carga.
- Conexión de suministro de corriente y toma de tierra.
- **Conector de 9 “pins” para interface MPI (Interfaz Multipunto):** Es necesario un adaptador específico MPI Siemens, con interface física RS-485 para dicha conexión. Éste es común para toda la serie de CPU S7-300.
- **Entradas/salidas integradas:** Dispone de dos módulos de entradas y salidas integradas:
 - Slot X1: 4 entradas 24V especiales (alta velocidad)
4 entradas analógicas (4 a 20 mA)
1 salida analógica (1 a 10V o 4 a 20mA, según cableado)
 - Slot X2: 16 entradas digitales 24V
16 salidas digitales 24V (0,5A)



Es posible instalar otros módulos de expansión de entrada/salida, montados sobre el rack Siemens y unidos mediante los conectores suministrados por el fabricante a tal efecto.

- Memory card (a partir de la CPU 313).
- **Selector de modo (con llave):** en la tabla 2.2 se muestra como puede operar el PLC en los siguientes modos por selección hardware mediante llave.

Tabla 2.2. Modo de operación

POSICIÓN	MODO DE OPERACIÓN
STOP	La unidad no ejecuta el programa que tiene en memoria. En este estado no es posible transferir programa a la unidad, por lo tanto no se puede modificar.
RUN	La unidad ejecuta el programa que tiene en memoria. En este estado no es posible transferir programa a la unidad, por lo tanto no se puede modificar.
RUN-P	La unidad ejecuta el programa que tiene en memoria. Es la única posición en la que es posible transferir programa.
MRES	Esta posición borra el programa de la CPU.

Fuente: Tesis de Máster en Ingeniería Electrónica.



2.4.7 UNIDADES DE CONTROL DEL SIEMENS S7 300.

El S7 300 posee cinco (5) unidades de CPU's, los cuales permiten distintas exigencias, tales como: módulos de entradas y salidas analógicas y digitales, módulos de función de contaje rápido, posicionamiento de lazo abierto y lazo cerrado, así como módulos de comunicación para el acoplamiento a redes en bus.

Características generales.

- Los cinco ofrecen hasta 2048 marcas, 128 temporizadores y 64 contadores.
- Según el tipo de CPU, una parte de ellos o su totalidad puede hacerse remanente, es decir, no volátil.
- La salvaguarda y gestión de datos está asegurada por una memoria especial exenta de mantenimiento y que funciona sin pila (depende del tipo de CPU).
- La simplicidad de diagnóstico: Los datos de diagnóstico de todo el autómata están fijamente almacenados en la CPU (hasta 100 avisos). Estos datos pueden consultarse centralizadamente en la CPU, ya que todos los módulos relevantes son accesibles vía interfaces MPI de ésta.
- Realiza automáticamente el registro de la hora y la memorización de los fallos.
- En una configuración de PLC en red, el puesto central de mando puede acceder directamente a cualquier CPU y a cualquier módulo de función, a cualquier panel de operador y a cualquier procesador de comunicaciones de la red, todo ello sin hardware ni software adicional.
- El sistema de diagnóstico inteligente de la CPU se activa al reemplazar un módulo.

En la tabla 2.3 se realiza una descripción de los distintos CPU's

Tabla. 2.3. Unidades de control

CPU	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	CPU 312 IFM	<p>Este es capaz de procesar 1024 instrucciones binarias en 0,6 ms. Es la solución óptima para aplicaciones que requieren funciones simples como contaje y medición de frecuencias.</p> <p>Para tareas sencillas no hay más que usar la función Contador con dos canales para contar atrás y adelante (el contador puede contar señales de hasta 10 Khz y tiene un ancho de banda de 32 bits).</p> <p>Puesto que ésta CPU lleva incorporada una memoria para el programa de usuario, (E)EPROM y dispositivos de respaldo sin pilas, no necesita mantenimiento alguno.</p>
	CPU 313	<p>Es similar al CPU 312 IMF con la diferencia de que tiene el doble de memoria. Además permite guardar el programa en una Memory Card, con lo cual éste autómata tampoco requiere mantenimiento.</p>
	CPU 314	<p>Ejecuta el programa al doble de velocidad, es decir, en 0,3 ms. Por 1K de instrucciones binarias.</p> <p>Tampoco hay peligro de perder datos pues también permite guardar el programa en una Memory Card tipo Flash-EEPROM.</p>
	CPU 315	<p>Tiene la misma rapidez que la CPU 314 (1K de instrucciones al bit en 0,3ms.), pero dos veces mas de memoria (48 Kbytes), es decir, para mas de 16.000 instrucciones.</p> <p>También contiene una memoria Flash del tipo EPROM que le permite salvaguardar los datos. Además, el reloj está asociado a un acumulador de energía enchufable dotado de una reserva de marcha de 4 semanas en caso de falla de la red.</p>

Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC)

Tabla. 2.3. Unidades de control (continuación)

CPU	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	CPU 315-2DP	Si configuramos el S7-300 con ésta CPU, es posible extender el autómata a 64 estaciones DP (periferia descentralizada), totalizando más de 1000 entradas/salidas a varios kilómetros de distancia y con puertos abiertos y normalizados. Esta posibilidad que brinda el CPU 315-DP, confiere una flexibilidad total, ya que permite la libertad de direccionamiento de entradas/salidas centralizadas y descentralizadas.

Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

2.4.8 MONTAJE E INTERCONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.

Para la interconexión de módulos, éstos llevan incorporados el bus posterior (de fondo de panel), lo que significa que no hay más que enchufar los conectores de bus suministrados en la parte posterior de la carcasa y así, todos los módulos quedarán correctamente interconectados, tal y como se muestra en la figura 2.7. Además, si se requiere montar una CPU o cambiar solamente un módulo, oprimiendo un pulsador se suelta el conector frontal, quedando a la vista el esquema de conexiones del módulo; por otra parte, los conectores frontales están codificados por lo que resulta imposible enchufarlos accidentalmente en un módulo equivocado.

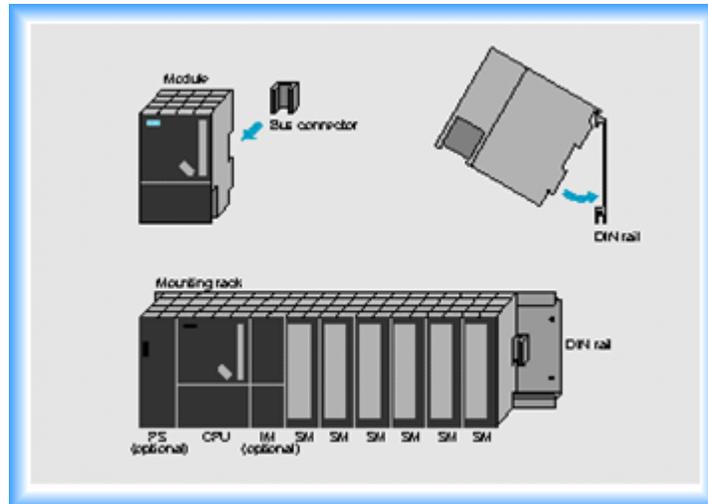


Figura. 2.7. Bus conector.

Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

SITOP: es el sistema de precableado que se compone solamente de elementos pasivos, tales como conectores frontales, cables planos en vaina redonda, bloques de bornes, el cual resulta ventajoso ya que este sistema permite establecer conexiones a 1, 2 ó 3 hilos con toda facilidad y evitar errores en el cableado, siendo especialmente útil cuando los módulos E/S y los sensores y actuadores conectados se encuentran a una distancia de 30 m como máximo.

La CPU permite montar 256 entradas/salidas digitales en un sólo perfil, donde en la fila central sólo caben 8 módulos de E/S además de la CPU, pueden emplearse otras cuatro filas usando los módulos de interconexión, también llamados interfaces (IM). Estos se encargan por sí solos de comunicar las demás filas, incluso salvando las distancias de hasta 10 m.

Los módulos de interconexión son dos: IM360 e IM361. El IM360 se monta en la fila central y por cada fila adicional se coloca un IM361, respectivamente, en la figura 2.8 la conexión de estos módulos.

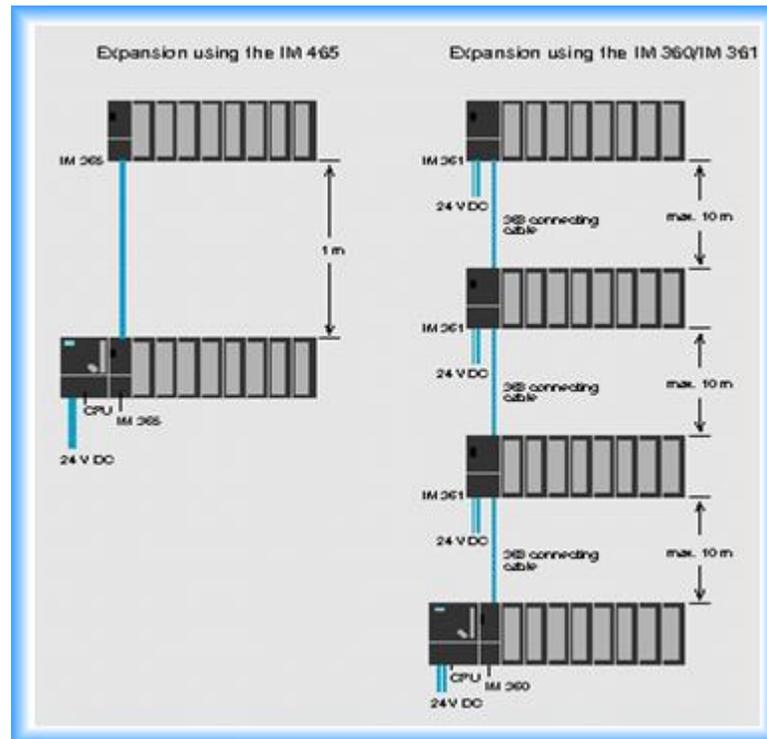


Figura 2.8 Módulos de Interconexión (IM).
Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

Ventajas:

1. **Pueden ser instalados 32 módulos en 4 racks:** un total de 3 racks de expansión pueden ser conectados al rack central. Ocho módulos pueden ser conectados en cada rack.



2. **Módulos de conexión vía interfaces:** cada rack tiene su propio módulo de interfaces. Este es siempre conectado en la ranura adyacente al CPU.
3. **Instalación separada:** los racks individuales pueden ser instalados también en forma separada. La distancia máxima entre racks es de 10m.
4. **Distribución versátil:** los racks pueden ser instalados horizontalmente o verticalmente, de manera de obtener la distribución óptima en el espacio del que se dispone.

2.4.8.1 TIPOS DE MÓDULOS DISPONIBLES.

Este autómata trata las señales a medida que se van presentando ya sean entradas o salidas analógicas o digitales.

- **Módulo de entradas digitales (24V):** Las señales de entrada son transformadas a señales de baja tensión para, en una etapa posterior, aislarlas galvánicamente de la CPU. Una sección del acondicionamiento de entrada se encarga de mostrar el estado de la señal a través de un LED.
- **Módulos de salidas digitales (24V):** Las señales de salida determinadas por la CPU se aíslan galvánicamente de los circuitos de salida. Luego un convertidor de potencia transforma las señales en otras de mayor potencia aptas para mover los actuadores externos, suministrando una corriente de hasta 0,5A.
- **Modulo de entradas analógicas:** Estas entradas pueden cablearse tanto como entradas de tensión (0-10 V) como entradas de corriente (0-20mA). Las



señales de entrada analógica son muestreadas por un multiplexor que envía las muestras a un convertidor analógico-digital que asigna un valor a cada nivel de señal. Este valor es enviado a la CPU pasando antes por un separador galvánico.

- **Módulo de salida analógica:** Esta salida puede cablearse como fuente de tensión (0-10 V) o de corriente (0-20mA). El valor de salida determinado por la CPU es enviado a través de un separador galvánico a un convertidor digital-analógico. Posteriormente la señal es amplificada para poder actuar sobre los elementos externos correspondientes.
- **Módulos económicos:** Este módulo es especial cuando el factor económico es fundamental. Tiene una resolución de 8 bits, convierte señales analógicas en digitales y viceversa, y está dotado de 4 entradas y 2 salidas.
- **Módulos de función para tareas especiales:** Son módulos de contaje rápido que superan el ámbito de los 100 kHz y son idóneos para medir frecuencias, procesar los valores medidos, medir revoluciones o longitudes, así como para realizar tareas de posicionamiento.
- **Módulo de simulación:** Este módulo se utiliza para comprobar el programa de aplicación antes de poner el sistema en marcha, o durante su funcionamiento. Este módulo permite simular señales de sensores mediante interruptores y averiguar los estados de señal de las salidas por medio de indicadores LED. Se monta en lugar de un módulo de E/S digitales.



- **Módulo de suministro de energía:** Este módulo es la fuente de alimentación del autómatas que transforma la tensión externa de suministro en la tensión operativa interna. Las tensiones de alimentación posibles para el S7-300 son: 24 VCC, 115 VCA o 230 VCA.
- **Módulos de interconexión o interface:** Estos módulos permiten la comunicación entre los distintos racks. Se encuentran IM360, IM361, IM 365.

2.4.9 VENTAJAS DEL S7-300.

El PLC ofrece algunas ventajas de hardware y software que aumentan su flexibilidad, tales como:

- **Contadores de alta velocidad:** Diseñados para contar a mayor velocidad que el autómatas programable, son capaces de detectar eventos, pudiendo contar tres trenes de impulsos simultáneamente y cambiar el sentido de cómputo.
- **Protección con contraseña:** Permitiendo el usuario definir su propia contraseña se puede prevenir el acceso no autorizado a las funciones y a la memoria del autómatas programable.
- **Función de forzado:** Forzar entradas y salidas aunque no estén presentes en el programa; puede utilizarse en modo RUN o STOP.
- **Modo Freeport:** El usuario puede definir desde el esquema de contactos los parámetros para las interfaces de comunicación, lo que permite ampliar las posibilidades de conexión con otras unidades inteligentes, tales como impresoras, lectores de códigos de barras, balanzas, etc.



- **Marcas especiales:** Se trata de bits de datos internos que ejecutan funciones de estado y control entre el sistema y el programa.
- **Direccionamiento simbólico:** Permite utilizar en el programa un nombre simbólico asignado a un punto de E/S como operando.
- **Libre mantenimiento:** El condensador de alto rendimiento hace superfluo el uso de pilas para respaldar los datos en la memoria.

2.4.10 APLICACIONES DEL S7-300

Las áreas de aplicación del SIMATIC S7-300 incluyen:

- Sistemas de transporte.
- Controles de entrada y salida.
- Sistemas de elevación.
- Líneas de ensamblaje.
- Sistemas de embalaje.
- Máquinas expendedoras.
- Controles de bombas.
- Mezclador.
- Equipos de tratamiento y manipulación de material.
- Maquinaria para trabajar madera.
- Paletizadoras.
- Máquinas textiles.
- Máquinas herramientas, entre otros.



2.4.11 MECANISMOS DE COMUNICACIÓN.

El SIMATIC S7-300 tiene varios mecanismos de comunicación:

1. Intercambio cíclico del conjunto de datos entre redes de CPU mediante la comunicación global de datos. Esto permite a un CPU acceder a la memoria de datos de otra CPU. La comunicación global de datos solo puede ser enviada vía interfaces multipunto (MPI).
2. Comunicación de resultados transmitidos por las redes utilizando bloques de comunicación.

En particular el S7-300 de Siemens viene dotado con 3 interfaces para trabajar en equipo o red, ellos son:

- **El M.P.I. (Interface Multi Punto):** Con éste puerto se puede comunicar fácilmente a distancias reducidas sin requerir módulos adicionales, por ejemplo hacia equipos de M+V (manejo + visualización), unidades de programación y otros autómatas S7-300 o S7-400 para probar programas o consultar valores de estado, se pueden enviar datos a 4 distintos aparatos al mismo tiempo y utilizando siempre el mismo puerto a una velocidad de 187,5 Kbits / seg o 187,5 Baudios. Para pequeñas redes de comunicación o pequeños volúmenes de datos la CPU ofrece el servicio de Datos Globales, que permite intercambiar cíclicamente cantidades de datos en paquetes de hasta 22 bytes como máximo, la distancia máxima entre dos estaciones o nudos de red de MPI adyacentes son: 50 metros (sin repetidores); 1100 metros (con dos repetidores); 9100 metros (con más de 10 repetidores en serie); por encima de los 500 Km. (cable de fibra óptica, con módulos de conexión ópticas), posee capacidad de expansión: los componentes comprobadores de



campo son usados para configurar la comunicación de interface multipunto: cables LAN, conectores LAN y repetidores RS485, desde el PROFIBUS y la línea de productos de entradas/salidas distribuidas.

- **El P.P.I. (Interface Punto por Punto):** Esta interface permite la comunicación del dispositivo con otros tales como: módems, scanners, impresoras, controladores programables SIMATIC S7 y S5, situados a una cierta distancia del PLC. La conexión puede ser establecida económicamente y convenientemente por medio del procesador de comunicaciones CP 340. Existen varios protocolos disponibles por debajo de las tres interfaces de conexión:
 - 20 mA (TTY)
 - RS 232 C/V.24
 - RS 422 / RS485
- **El Profibus-DP:** Esta interface de comunicación es usada para gran capacidad de transmisión de datos, llamada Simatic Net o Sinec L2 de Siemens. El S7 300 mantiene una relación muy estrecha con él. Un módulo de comunicación permite conectarlo al Sinec L2 para comunicarse con otros autómatas Simatic y dispositivos de campo. El PLC puede desenvolverse aquí como maestro – esclavo, además también se dispone de los prácticos servicios de comunicación llamados Datos Globales. Para entablar comunicación se utilizan cables LAN, conectores LAN, repetidores, etc.

2.5 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN STEP 7.

El entorno de programación S7 es una aplicación para Windows evolucionada a partir del antiguo S5 que se ejecutaba en MS-DOS, a continuación se describen



brevemente los principales lenguajes de programación para PLC's, usados por el step 7:

- **Lenguaje de contactos (Ladder Logic, LAD o KOP):** Su representación reproduce los esquemas eléctricos tradicionales. Pueden incorporar funciones especiales (matemáticas, saltos, direccionamiento indirecto) para conseguir mayor versatilidad. Es el más utilizado.
- **Lenguaje de funciones (FBD o FUP):** Consiste en representar las distintas funciones en cajas con entradas y salidas que se conectan entre sí. Es en realidad una variación del lenguaje de contactos con distinta representación simbólica. Es raramente utilizado.
- **Lenguaje de instrucciones (IL o AWL):** Muy parecido a la programación en ensamblador de microprocesadores. Requiere conocimiento de la estructura de hardware del equipo. Muy utilizado en equipos Siemens.
- **Lenguaje GRAFCET:** GRAFCET es una técnica de diseño de programas por etapas que luego debe traducirse a algún otro lenguaje de programación. El software de algunos fabricantes realiza este paso de forma transparente al usuario.
- **Lenguaje de alto nivel:** Normalmente son lenguajes propietarios de cada firma pero similares a lenguajes como C. Incorporado recientemente por algunos fabricantes de PLC's

ORGANIZACIÓN EN BLOQUES.

El software de programación Step 7 ofrece la posibilidad de estructurar el programa usuario dividiéndolo en secciones individuales autónomas, lo que simplifica y organiza las tareas, en general los bloques en los que puede dividirse el programa usuario son los siguientes:



- **Bloques de organización OB:** definen la estructura del programa usuario, el procesamiento cíclico, las alarmas y el tratamiento de errores.
- **Funciones FC:** bloques lógicos que se programan con posibilidad de transferir parámetros sin memoria.
- **Bloques de función FB:** Bloques lógicos con posibilidad de transferir palabras con memoria.
- **Funciones Sistemas SFC:** Bloques predefinidos que no requieren ser programados ni cargados, solo llamados. Trabajan sin memoria.
- **Bloques Función Sistemas SFB:** Bloques predefinidos que no requieren ser programados ni cargados, solo llamados. Trabajan con memoria.
- **Bloques de Datos DB:** áreas con datos del usuario. Hay dos tipos: de instancia (DI), asignados a un FB o SFB y globales (DB), que pueden ser accedidos por todo bloque lógico [3].

Para acceder al programa y crear un “Nuevo Proyecto”, se debe realizar los siguientes pasos:

- Se visualiza en el escritorio de Windows el icono del **Administrador SIMATIC** y se realiza doble clic sobre él, otra forma de arrancar el software se consigue haciendo clic en **Inicio, Todos los programas, Simatic Administrador SIMATIC**.

- Una vez realizado el 1^{er} paso, se despliega la primera de cuatro ventanas llamada **Asistente de STEP 7: “Nuevo proyecto”**, la cual muestra las instrucciones para crear nuevos proyectos. Hacer clic en **Siguiente** (ver Figura 2.9).

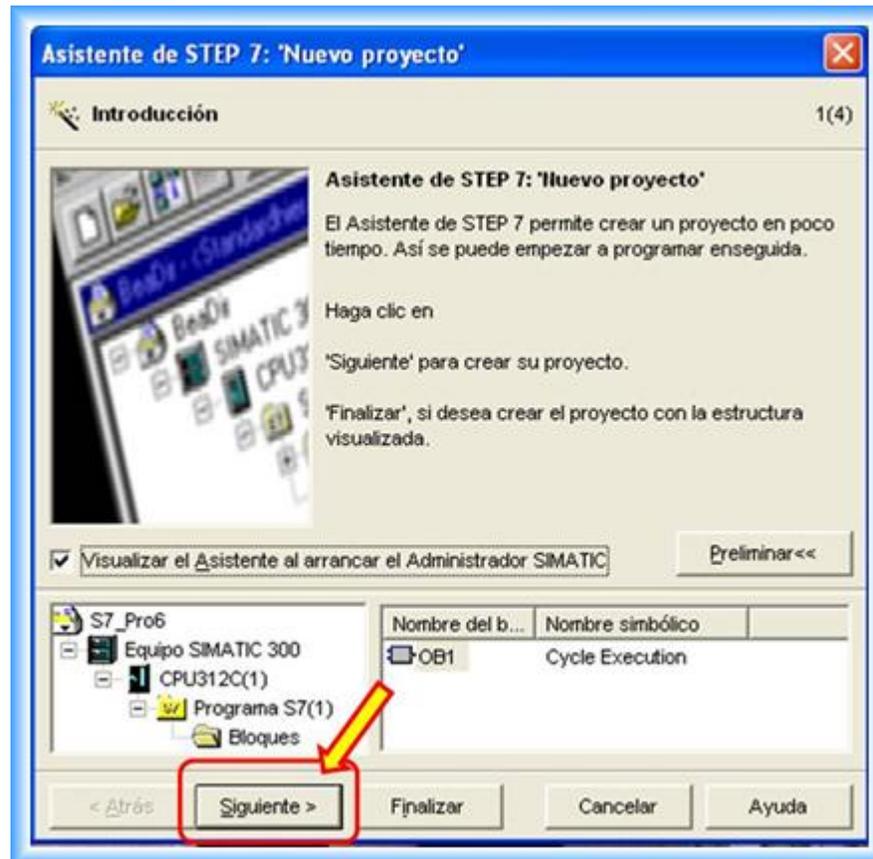


Figura. 2.9 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 1(4)
Fuente: Propia

- Luego, aparece en pantalla la segunda ventana (ver figura 2.10), donde se deben configurar los siguientes aspectos:

1. **CPU.** Se despliega una lista de las distintas CPU'S que pueden ser utilizadas, la escogencia se realiza a convenir.

2. **Nombre de la CPU.** Una vez que se haya seleccionado el tipo de CPU, esta aparecerá en el renglón.
3. En el recuadro se muestra la descripción más general del CPU a utilizar.
4. **Dirección MPI.** se debe asegurar que se en la celda se mantenga el numero 2 ya que cuando existe solo un PLC en la red MPI es recomendable asignarle la dirección 2, esta interfaz permite la comunicación del PLC con otros equipos a distancias reducidas.
5. Una vez verificado los campos anteriores se realiza un clic en **Siguiente.**

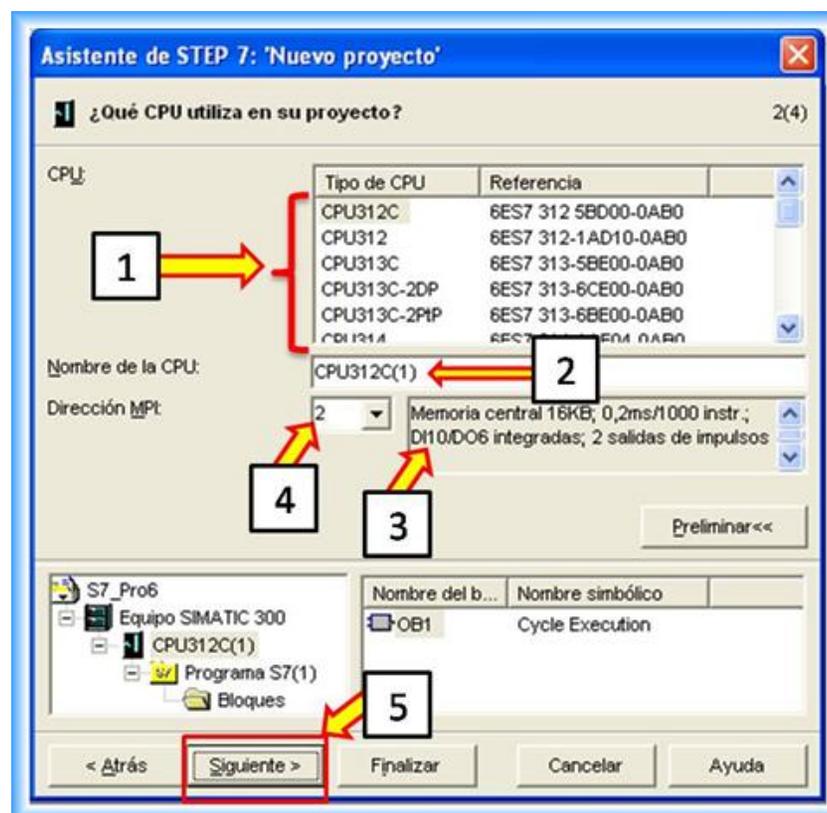


Figura. 2.10 Asistente de STEP 7: "Nuevo Proyecto" 2(4)
Fuente: Propia



- La tercera ventana del Asistente de STEP 7: “Nuevo proyecto”, está relacionada con la configuración de los bloques y del lenguaje de programación (ver figura 2.11):
- 1. Bloques.** Los bloques de organización (OB) constituyen la interfaz entre el sistema operativo y el programa de usuario, en la ventana se muestran los diferentes tipos de OB la cuales serán seleccionadas de acuerdo a las necesidades del programador, en este caso se elige OB1 (ejecución cíclica), ya que es el adecuado para la realización de los programas.
 - 2. Lenguaje para todos los bloques.** La programación se realizara en KOP o lenguaje escalera.
 - 3.** Se realiza clic en **Siguiente** una vez conforme.

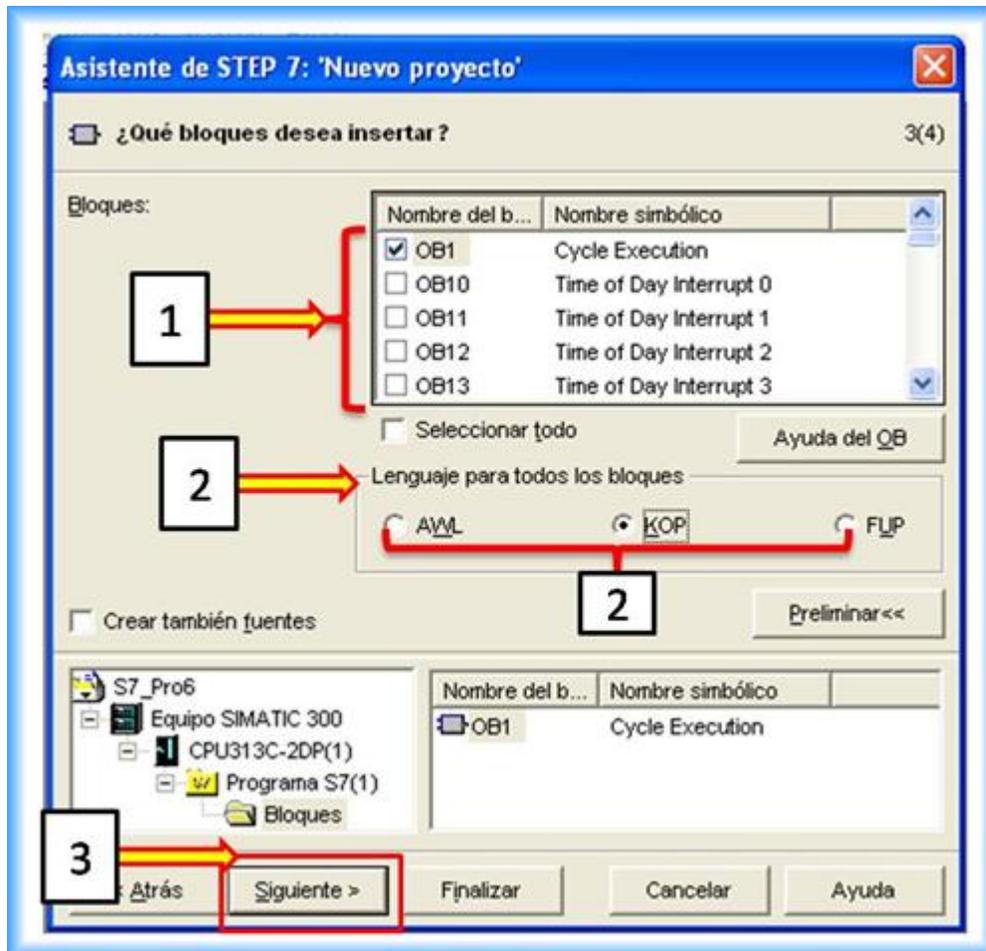


Figura. 2.11 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 3(4)
Fuente: Los Propia

- Para finalizar se procede a la asignación del **nombre del proyecto**, en este caso se le asignó ‘Programa Principal’, también se pueden encontrar los **proyectos existentes**, una vez hecho esto, se realiza un clic en **preliminar** para verificar que todo este correcto y se presiona **Finalizar**, en la figura 2.12 se observa la ventana 4(4) y los pasos a seguir.

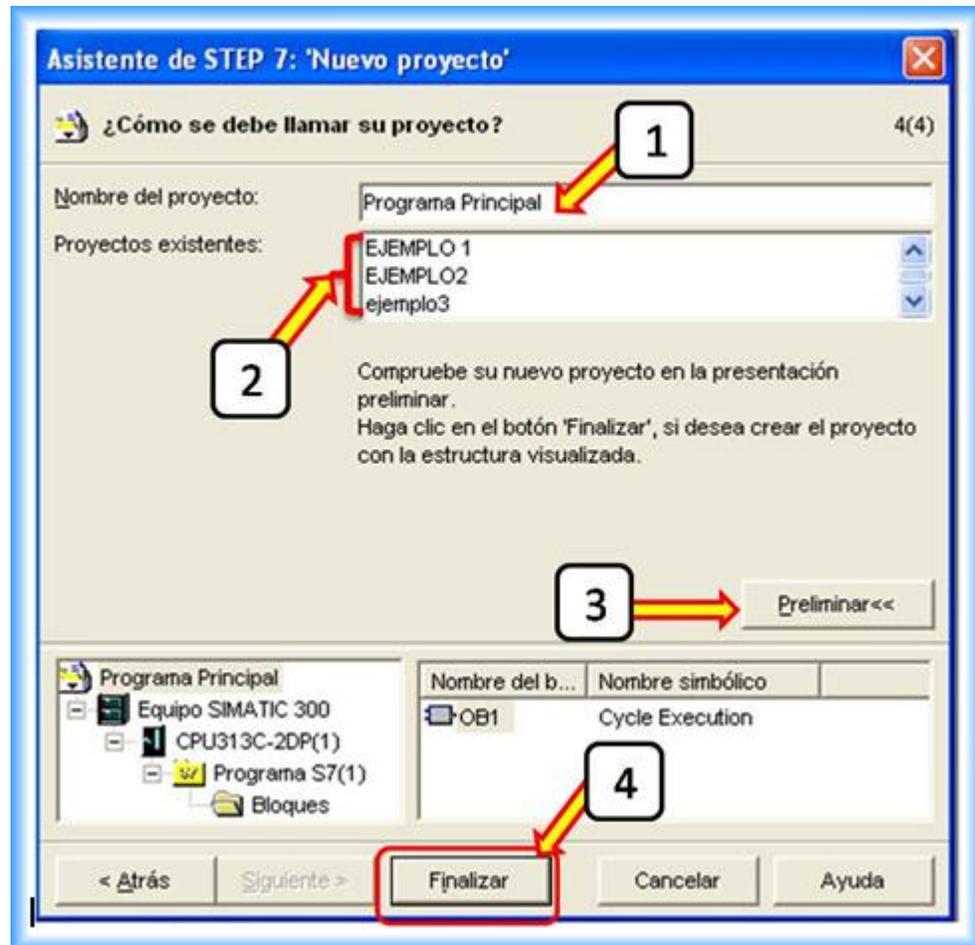


Figura. 2.12 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 4(4)

Fuente: Propia

2.6 SISTEMAS SCADA.

SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition) tiene como finalidad proporcionar visualización y manejo sobre los dispositivos de control programables. El SCADA sobre PC resulta muy flexible. Existen SCADAs diseñados para comunicar con cualquier PLC, aunque los fabricantes de PLC's desarrollan SCADAs sólo compatibles con sus equipos. Este tipo de aplicaciones se ejecutan habitualmente bajo el sistema Windows.



PARTES DE UN SCADA.

Cada SCADA comercial presenta sus propias particularidades pero, en general, constan de las siguientes partes:

- Sistema de comunicación: Se encarga de gestionar las comunicaciones entre los servidores de datos y los dispositivos de campo o unidades remotas (RTUs, remote terminal units), las cuales proporcionan los datos del proceso y reciben las consignas y señales de mando para su control.
- Servidores: Son los que recopilan los datos de los elementos de control del sistema y los procesan para su utilización. El servidor de datos del proceso (data server) es el encargado de detectar y gestionar alarmas y eventos, y de almacenar datos para su posterior análisis. Junto con el sistema de comunicación cumple las funcionalidades de monitorización.
- Clientes: Son los que usan la información proporcionada por los servidores y la muestran al usuario final. Permiten la visualización del estado del proceso mediante objetos animados, gráficos, textos, listados, y ventanas múltiples, entre otras.
- Sistema de almacenamiento de datos: Las bases de datos pueden ser de diferentes tipos en función del tratamiento que se pretenda dar a los datos; existen diferentes métodos para manejarlos. Estos pueden ordenarse en ficheros según un criterio determinado, como la fecha o el nombre de la variable. La limitación de este método radica en que la base de datos tiene un único punto de acceso. Sin embargo, se encuentran otros métodos



utilizados como lo son las bases de datos jerárquicas, que permiten ordenar los elementos por jerarquías, y las bases de datos relacionales, que separan las estructuras de datos de los programas y permiten reflejar estructuras de datos, independientemente del tipo de programas que acceden a ellos.

2.7 SOFTWARE INTOUCH FACTORY SUITE 2000 DE WONDERWARE.

Es un software utilizado para visualización y control de procesos que ofrece una sencillez, facilidad de uso y unos gráficos fáciles de configurar. Poseen asistentes que permiten crear y distribuir aplicaciones personalizadas que intercambian datos en tiempo real, ofrece una amplia conectividad, compatible con una gran cantidad de dispositivos de automatización y control en la industria.

Las aplicaciones abarcan una multitud de mercados en los que se incluyen el procesamiento de alimentos, semiconductores, petróleo, gas, automotores, químicos, farmacéuticos, servicios públicos y otros. Utiliza como sistema operativo Windows 95/98/NT/2000 o avanzados y el paquete consta básicamente de dos (2) elementos:

- **WINDOW MAKER:** Permite todas las funciones necesarias para crear ventanas animadas interactivas conectadas a sistemas de E/S externos o a otras aplicaciones de Windows.
- **WINDOW VIEWER:** es el sistema “runtime” utilizado para rodar las aplicaciones creadas con WINDOOWMAKER.

✚ CARACTERÍSTICAS.



- Sistemas de alarma distribuidas: Proporciona a los operadores la capacidad de visualizar y reconocer simultáneamente información de alarmas desde múltiples ubicaciones remotas.
- Historial distribuido: permite especificar de manera dinámica una fuente de datos de archivos históricos diferente para cada pluma de un gráfico de tendencia.
- Conversión de resolución dinámica: las aplicaciones se pueden ejecutar con una resolución definida por el usuario.
- Direccionamiento de referencia dinámico: las referencias de fuente de datos se pueden modificar de forma dinámica para direccionar múltiples fuentes de datos con una única etiqueta.
- Desarrollo de aplicación en red.
- Factory Focus: es una versión solo de visualización de la ejecución de intouch 5.6 o posterior, el cual permite a los administradores y supervisores visualizar un proceso continuo de aplicación MMI (Interfaz multimodal) en tiempo real. Posee algunas características o ventajas:
 - Conectividad con más de 300 servidores de DDE (Dynamic data Exchange).
 - Solución de visualizador de procesos de bajo costo a un precio mucho menor que el de un MMI completo.
 - Fácil conexión en red con wonderware NetDDE.



-
- Visualización de procesos de aplicación en tiempo real.
 - Formato estándar GUI de Windows.
 - 32.767 etiquetas analógicas y discretas.



Capítulo III

MARCO METODOLÓGICO.

3.1 Tipo de investigación.

Según el Manual de Trabajo Especial de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (ob. cit.), la modalidad de proyecto factible consiste: “...la propuesta de un modelo funcional viable, o de una solución posible a un problema de tipo práctico con el objetivo de satisfacer necesidades de un ente específico (institución, comunidad, grupo social, personal en particular etc.)...” (p. 16).

El presente trabajo especial de grado es considerado un proyecto factible, porque se encuentra orientado a proponer soluciones con respecto a una situación determinada, en este caso, a la automatización del proceso de extracción de láminas de hierro negro Stamco en la empresa Aceros Laminados C.A, para facilitar tanto a la compañía como a los operadores el manejo de dichas maquinarias y aumentar la producción mensual, también se realizó la simulación de éste a través del software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware lo cual garantiza el funcionamiento del mismo.

3.2 Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación se refiere a la estrategia que se debe seguir para resolver el problema planteado. En el caso de proyectos factibles la investigación siempre es de campo, ya que permiten una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo, sin alterar las condiciones existentes.



3.3 Metodología de investigación.

La metodología consiste en un conjunto de procedimientos o pasos, que faciliten la planificación y ejecución del proyecto de investigación, estos deben realizarse de forma clara y precisa.

A continuación se mencionan las fases o etapas establecidas en forma secuencial para la realización de este proyecto:

1.3.1. FASE I: Estudiar el proceso de extracción de láminas de hierro negro.

Se recopiló documentación relacionada con el proceso, a través de diferentes medios (información técnica e investigaciones prácticas), la cual fue proporcionada casi en su totalidad por los técnicos e ingenieros encargados del proceso y se complementó a través de investigaciones realizadas en internet, por otra parte el estudio del proceso se dividió en tres (3) etapas en las que se expone en detalle el funcionamiento del mismo referido en la sección 2.3 del capítulo II.

1.3.2. FASE II: Estudiar el funcionamiento y la programación del PLC.

Se recaudó información del PLC SIMATIC S7 300 DE SIEMENS por medio de texto suministrados por la empresa, internet y proyectos de grado, en los cuales se hace referencia al funcionamiento y programación del mismo, explicado en la sección 2.4.5 del capítulo II.



1.3.3. FASE III: Análisis de los elementos a utilizar.

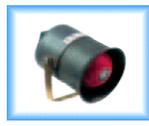
A continuación en la tabla 3.1 se presentan los dispositivos de control necesarios para este diseño. El criterio de selección se fundamentó en las variables de entradas y salidas del proceso y disponibilidad en el mercado

Tabla. 3.1 Dispositivos de control.

	Dispositivo	Cantidad	Descripción	Figura
Unidades de mando	Pulsadores 24VDC	2	Pulsador negro con embellecedor metálico Φ 22mm. Modelo: XB4 BA21. Marca: Telemecanique	
	Pulsadores con indicador luminoso 24VDC	5	Pulsadores 1 verde, 3 rojo y 1 azul con embellecedor metálico Φ 22mm. Modelo: XB4 BVB3, XB4 BVB4, XB4 BVB6, respectivamente. Marca: Telemecanique	
	Selector de 3 posiciones fijas 24VDC	18	Selector de tres posiciones fijas maneta corta con embellecedor metálico Φ 22mm. Modelo: XB4-BD33. Marca: Telemecanique	
	Selector de 2 posiciones fijas 24VDC	2	Selector de dos posiciones fijas maneta corta con embellecedor metálico Φ 22mm. Marca: Telemecanique	
	Pulsador de Emergencia 24VDC	4	Pulsador "de seta" Φ 40mm. Modelo: XB4 BS542. Modelo: XB4-BD21. Marca: Telemecanique	
	Señalización 24VDC	2	Balizas luminosas tipo lámpara verde y roja. Modelo: XB LOB. Marca: Telemecanique	
Interruptores y sensores	Interruptores de Posición mecánicos 120VAC	4	Limit swicht tipo pulsador con roldana. Modelo: XCNR 2102P20. Marca: Telemecanique	
		12	Limit swicht con palanca. Modelo: XCNR 2121P20. Marca: Telemecanique	
	Magneticos 24VDC	12	Sensores magneticos para cilindros. Marca: Omron. Modelo: E2SS-W series	
	Inductivos 24VDC	10	Sensores inductivos Φ 18. Modelo: XS6 18B1	

Fuente: Propia

Tabla. 3.1 Dispositivos de control (continuación).

	Dispositivo	Cantidad	Descripcion	Figura
Solenoides	24 V DC	6	Solenoides para electroválvulas. Marca: Danfoss. Modelo: BA024B	
	120 V AC	24	Solenoides para electroválvulas. Marca: Danfoss. Modelo: BA115B	
Relés	Bobina 120 VCA 50-60Hz	22	Relé + zócalo. Modelo: RUMC3AB2B7 + RUZSC3M. Marca: Telemecanique	
Sirena	Sirena 120VAC	1	Sirena 108db Φ 92mm. Modelo: XVS G1. Marca: Telemecanique	

Nota: Para una mejor visualización de las especificaciones técnicas de los equipos (ver anexos "B").

Fuente: propia

1.3.4. FASE IV: Seleccionar las variables de entrada y salida al PLC.

La cantidad de entradas y salidas utilizadas en la realización del proceso fueron de 82 entradas y 51 salidas digitales, quedando establecido los módulos del PLC de la siguiente manera:

- 1 de 16 entradas y salidas digitales: SM 323 DI16/DO16 x24VDC/0.5 A, de las cuales se tomaron 16 y 3 respectivamente.
- 2 de 32 entradas digitales: SM 321 DI32 x24VDC
- 1 de 32 salidas digital: SM 322 DO32 x24VDC

Además se utilizaron las entradas y salidas internas del PLC, Para observar las direcciones de cada una de las entradas y salidas, véase en el apéndice "A" tablas A.1 y A.2 respectivamente.

1.3.5. FASE V: Programación.

El software donde se creó la programación del sistema de control es el STEP 7 V5.4, el cual se asignó en el controlador lógico programable (PLC) SIMATIC S7 – 300 de Siemens. De los diferentes tipos de lenguaje de programación (AWL, KOP, FUP, entre otros) que este software ofrece, se escogió el LADDER (KOP) o lenguaje de contactos o escalera.

Pantalla principal del programa:

La pantalla principal se observa una vez iniciado un nuevo proyecto (ver capítulo II) como se muestra en la figura 3.1.

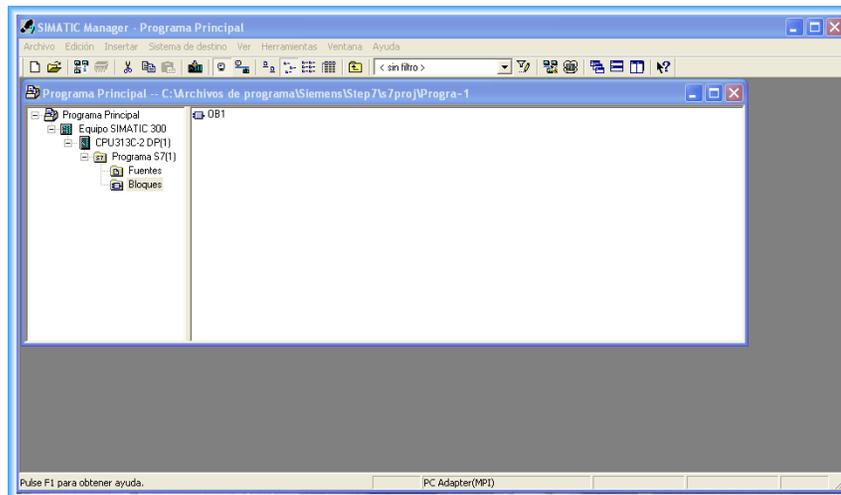


Figura. 3.1. Pantalla Principal del Simatic Manager.
Fuente: Propia.

En esta ventana encontramos la siguiente información:

- Nombre del Proyecto: Programa Principal.
- Familia del PLC que se está utilizando: Equipo SIMATIC 300.

- Nombre del CPU usado en el proyecto: CPU313C-2DP.
- Organización de los programas del PLC (programa S7), en esta ventana se muestra los bloques y las fuentes; la programación se realizó directamente sobre el bloque (OB1).

Luego se debe realizar la configuración del hardware, para ello se debe hacer clic sobre **Equipo SIMATIC 300** en la pantalla principal y posteriormente doble clic en **Hardware**, inmediatamente se abrirá la ventana de configuración de hardware (HW Config), como se muestra en la figura 3.2.

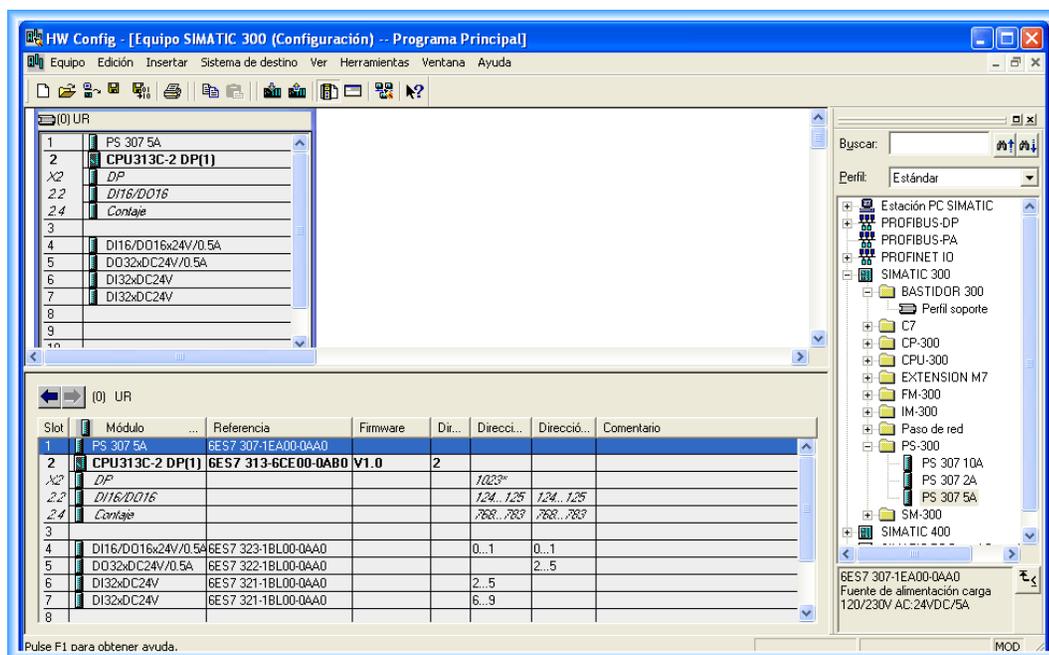


Figura. 3.2. Ventana de configuración de hardware (HW Config).

Fuente: Propia.

En esta ventana se procede a la configuración de los módulos utilizados en la programación, respetando las reglas sobre la ocupación de los slots del S7 300 [13]. Se utilizó un bastidor para la configuración del Hardware, cada uno se compone de 11 slots. La selección del CPU se realiza previamente al crear un nuevo proyecto

(Capítulo II) y se escogió la **CPU 313C – 2DP** por ser compacta, con entradas y salidas digitales integradas y un puerto PROFIBUS-DP maestro/esclavo, adicionalmente realiza tareas con funciones especiales y puede conectar periferia distribuida, en relación a fuente de alimentación se optó por **PS 307 5A**, la cual posee la siguientes características:

- Intensidad de salida de 5A.
- Tensión nominal de salida DC 24V, estabilizada, a prueba de cortocircuito y marcha en vacío.
- Tensión nominal de entrada AC 120/230V, 50/60Hz, entre otras (ver anexo “B”).

A continuación se muestra cada uno de los elementos conectados a los slots del bastidor:

- Slot 1: Fuente de alimentación PS 307 5A.
- Slot 2: CPU 313C – 2DP.
- Slot 3: Reservado para el módulo de interface (en este caso no es necesario).
- Slot 4: Módulo de salidas digitales SM 322 DO 32xDC 24V/0,5A.
- Slot 5: Slot 6: Módulo de entradas digitales SM 321 DI 32xDC 24V/0,5A.
- Slot 6: Módulo de entradas digitales SM 321 DI 32xDC 24V/0,5A.
- Slot 7: Módulo de entradas y salidas digitales SM 323 DI 16/DO 16 x 24V/0,5A.

Por otra parte, en el segmento inferior de la ventana se muestra en detalle en forma de tabla las referencias y las direcciones de los módulos utilizados (ver figura 3.3), finalmente se procede a guardar la configuración.

Slot	Módulo	Referencia	Firmware	Direc...	Dirección E	Dirección S	Comentario
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0					
2	CPU 313C-2 DP	6ES7 313-6CF03-0AB0	V2.0	2			
X2	DP				1023"		
2.2	DI16/DO16				124...125	124...125	
2.4	Contaje				768...769	768...769	
3							
4	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				2...5	
5	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			2...5		
6	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			6...9		
7	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			0...1	0...1	
8							
9							
10							
11							

Figura. 3.3. Tabla de referencias y direcciones de los módulos.
Fuente: Propia.

Una vez configurado el hardware se realiza la programación, para esto es necesario regresar a la pantalla principal, seleccionar **Bloques** y hacer doble clic en **OB1**, al realizar estas acciones, aparecerá la ventana KOP/AWL/FUP (Figura 3.4), en la cual se programa el bloque; para información referente a los elementos que lo conforman [13].

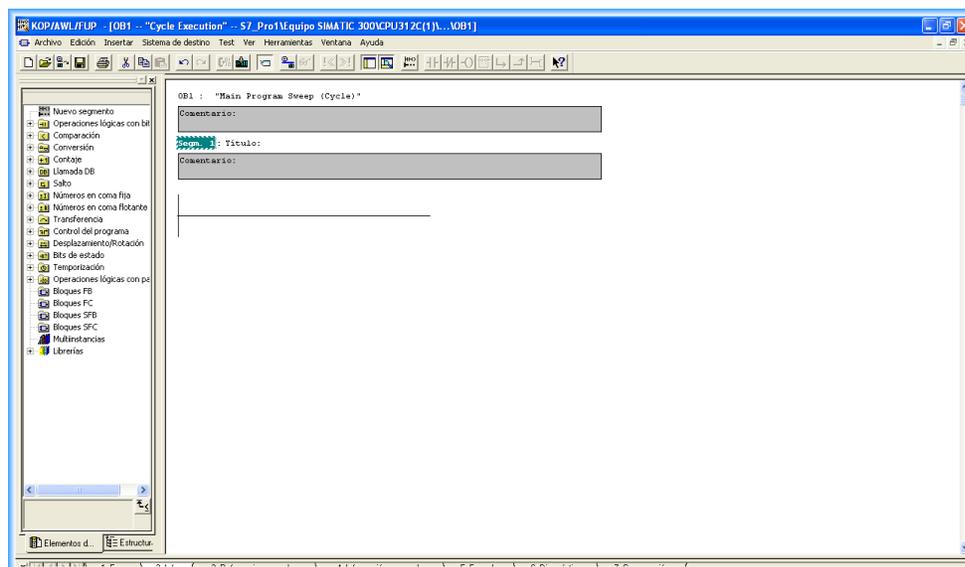


Figura. 3.4. Ventana KOP/AWL/FUP
Fuente: Propia.



La programación tiene por objetivo poner en marcha el proceso de producción de láminas de hierro negro STAMCO y como se mencionó anteriormente, esta se hizo en lenguaje KOP y se necesitaron un total de 82 entradas y 51 salidas digitales.

Antes de iniciar el proceso se deben realizar una serie de consideraciones:

- El operador debe cargar 4 bobinas en la zona correspondiente.
- Una vez iniciado el proceso no debe cargarse bobina hasta que se hayan terminado las mismas.
- En caso de que la producción sea de láminas de espesor menor a 10mm, el operador debe ajustar los tornillos sin fin de la enderezadora 1.

Posteriormente se procede a dar marcha al proceso (inicio), se accionan cada uno de los sistemas hidráulicos (carro, calandra y cizalla) y se establece:

- El espesor de lámina según se requiera en la producción (mayor o menor de 10mm).
- La longitud (6 o 12 mt).
- El modo de funcionamiento, ya sea este manual o automático.

En la figura 3.5 se muestra el diagrama de flujo que representa lo antes expuesto.

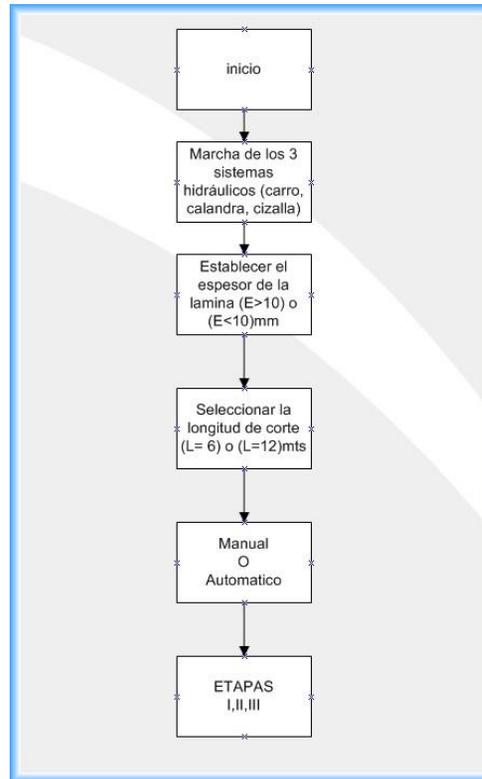


Figura. 3.5. Diagrama de flujo del inicio del proceso
Fuente: Propia

La programación se dividió en tres etapas como se describió en el capítulo 2 sección 2.3:

- ✚ **Etapas I:** Consiste en llevar las bobinas hasta los conos desenrolladores a través del carro porta bobinas con la finalidad de enhebrar la lamina en la calandra. Para explicar con precisión la programación en esta etapa, se presenta el diagrama de flujo de la figura 3.6 y la memoria descriptiva en la tabla 3.2.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

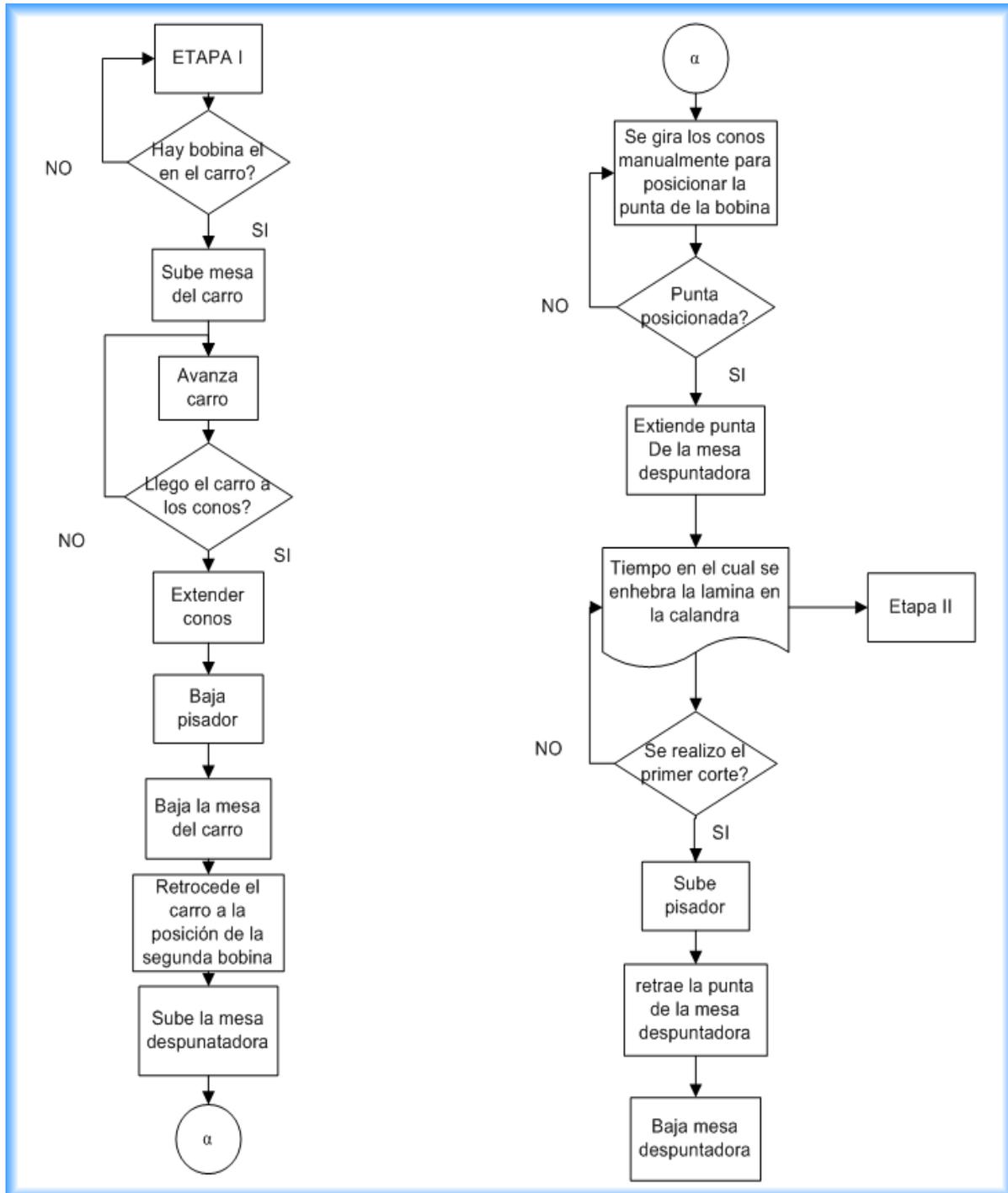


Figura. 3.6. Diagrama de flujo de la etapa I
Fuente: Propia.

Tabla. 3.2. Memoria descriptiva de la Etapa I.

MEMORIA DESCRIPTIVA
Etapa I
Condiciones Iniciales:
Se activan las electroválvulas de las centrales hidráulicas del carro y la calandra que dan paso al aceite.
El carro porta bobinas debe estar posicionado debajo de la primera bobina.
La mesa del carro debe estar abajo.
Los conos deben estar retraídos.
El pisador está arriba, la punta de la mesa despuntadora esta retraída y la mesa esta abajo
Acciones:
Al determinar la existencia de bobina encima del carro se procede a subir la mesa del mismo.
Una vez que esta se encuentre arriba, se manda a avanzar el carro hasta los conos.
Al llegar, se mandan a extender los conos para sujetar la bobina.
Cuando se sujeta la bobina, se baja la mesa del carro y 30s después baja el pisador.
Al bajar la mesa del carro y el pisador, retrocede el carro hasta la siguiente posición donde se encuentre bobina y sube la mesa despuntadora respectivamente.
De ser necesario se giran los conos desenrolladores manualmente para posicionar la punta de la bobina de manera que se pueda cortar el fleje.
Se extiende la punta de la mesa despuntadora y al terminar de extenderse giran los conos de forma automática.
Cuando se produce el primer corte de la bobina, sube el pisador, se retrae la punta de la mesa y esta baja, hasta que llegue una nueva bobina a los conos

Fuente: propia.

- ✚ **Etapa II:** Esta es la zona de enderezado de la lámina, en la cual dependiendo del espesor, una de las enderezadoras actúa para apisonar y la otra como guía. A continuación, para su mejor comprensión, se presenta el diagrama de flujo de la figura 3.7 y la memoria descriptiva en la tabla 3.3.

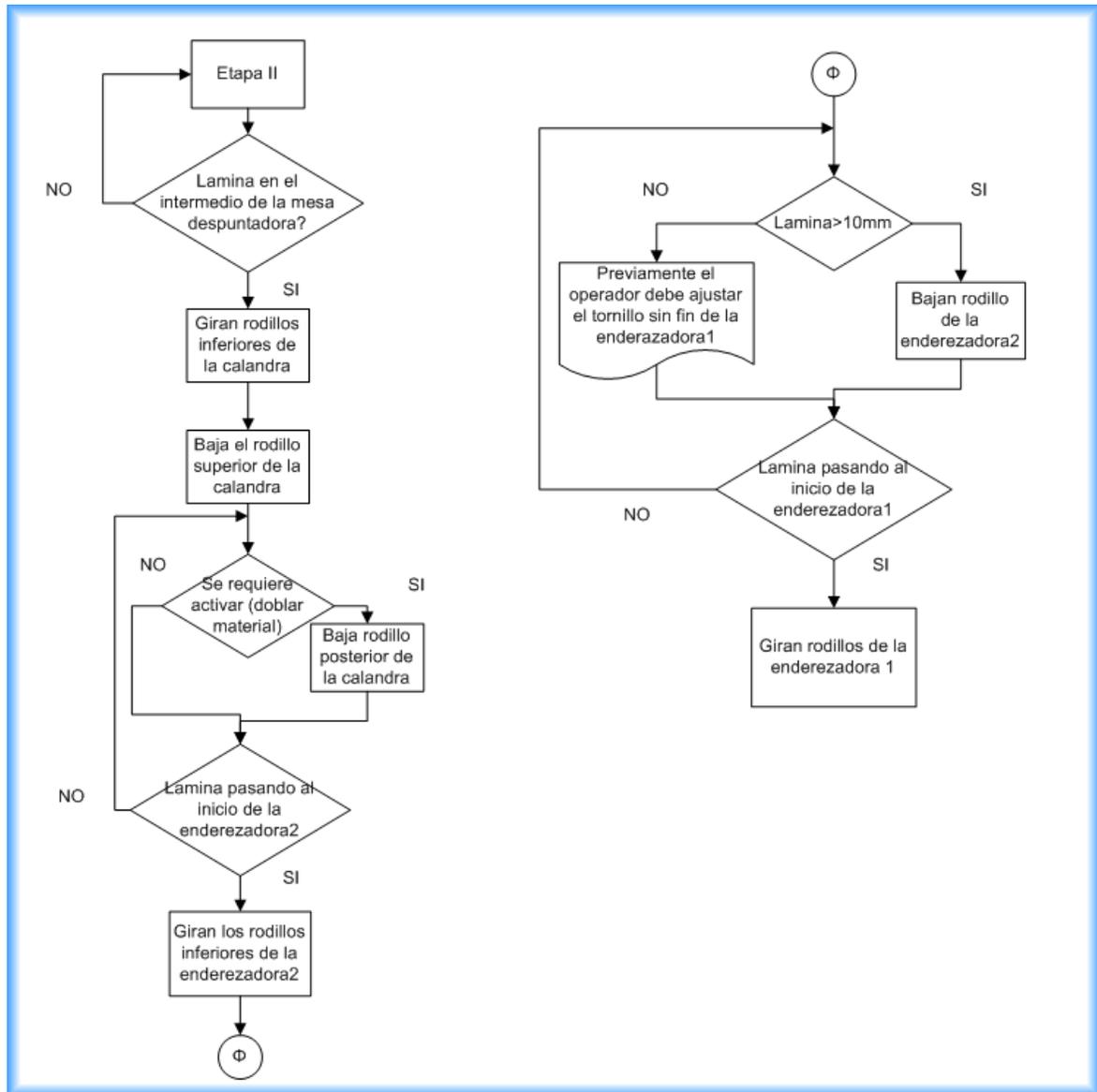


Figura. 3.7. Diagrama de flujo de la Etapa II
Fuente: Propia.

Tabla. 3.3. Memoria descriptiva de la Etapa II

MEMORIA DESCRIPTIVA
Etapa II
Condiciones Iniciales:
Los rodillos superiores de la calandra a la entrada y en la parte posterior deben estar arriba.
Los rodillos superiores de la enderezadora 2 deben estar arriba.
Acciones:
Al encontrarse lámina en la entrada de la calandra, los rodillos inferiores de la misma deben girar y el rodillo superior a la entrada comenzar a bajar.
El rodillo superior en la parte posterior de la calandra solo debe bajar manualmente de ser necesario.
Cuando la lámina está en la entrada de la enderezadora2, los rodillos inferiores giran.
Si el espesor de la lámina es mayor de 10mm, bajan los rodillos superiores de la enderezadora2.
Al salir la lámina de la enderezadora2 giran los rodillos de la enderezadora1

Fuente: Propia

- ✚ **Etapa III:** En esta se realiza el corte transversal para producir láminas de hierro negro de seis (6) y doce (12) metros de longitud. Para su estudio se presenta el diagrama de flujo de la figura 3.8 y en la tabla 3.4 la memoria descriptiva de la etapa III.

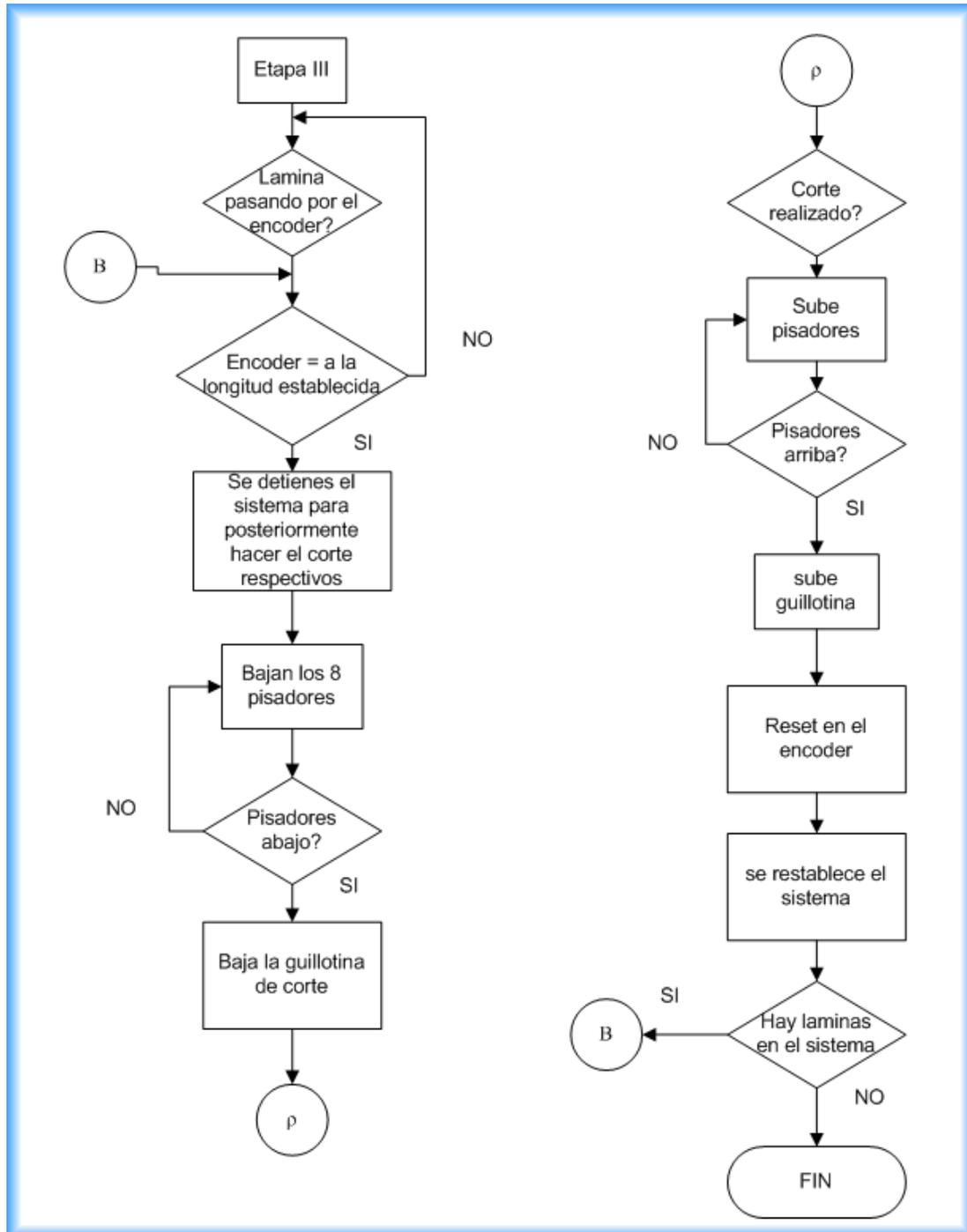


Figura. 3.8. Diagrama de flujo de la Etapa III.
Fuente: propia.

Tabla 3.4. Memoria descriptiva de la Etapa III.

MEMORIA DESCRIPTIVA
Etapa III
Condiciones Iniciales:
Los 8 pisadores deben estar arriba.
La cuchilla de la cizalla debe estar arriba.
Acciones:
En el momento que la lámina sale de la enderezadora 1 y el encoder la detecta, comienza el conteo de la longitud.
Cuando alcanza el valor establecido, el sistema se detiene momentáneamente para realizar el corte.
Luego, bajan los pisadores y una vez allí baja la cuchilla para producir el corte.
Al realizarse el corte, suben los 8 pisadores, seguido a esto sube la cizalla.
Para restablecer el sistema se debe “reset”ear el encoder automáticamente.
Estos pasos se realizan siempre que exista lámina en el proceso

Fuente: Propia.

Por otra parte, la tabla 3.5 muestra la cantidad de contadores, temporizadores conversores y comparadores usados en la programación y su descripción. Para una vista detallada de la programación, véase el apéndice “D” del CD anexo.

Tabla. 3.5. Operaciones lógicas

OPERACIONES LÓGICAS				
OPERACIÓN	NOMBRE	FIGURA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Conversor	BCD_I		4	Se utilizaron para transformar la señal de salida de los contadores (BCD) a enteros (INT).
Comparador	CMP==I		4	Se utilizan para comparar dos enteros (INT) en este caso para saber cuando se usen las cuatro (4) bobinas, se produzca el primer corte de laminas, y alcancen la longitud deseada, ya sea seis (6) o doce (12) metros.
Contadores	ZAEHLER		4	Se manejó con la finalidad de enumerar la cantidad de: bobinas usadas (Z1), el primer corte (Z2), las láminas de seis (6) (Z3) o doce (12) (Z4) metros
Temporizadores	Temporizador con retardo a la conexión (SE)		14	Se utilizaron con tiempos programados de: 50MS, 5S, 30S, 2S, 3S, 3S, 2S, 3S, 5M, 5M, 2S, 6S, 1S, 1S; nombrados por orden de aparición en el programa principal (ver apéndice "B")
	Temporizador con retardo a la desconexión (SA)		4	Se utilizaron con tiempos programados de: 2S, 1S, 3S, 1S; nombrados por orden de aparición en el programa principal (ver apéndice "B")

Nota: Para información de su funcionamiento [13].

Fuente: Propia.

1.3.6. FASE VI: Realizar el estudio de cargas de fuerza y de control.

El sistema eléctrico de producción de lamias hierro negro posee una acometida hasta el armario de control de una tensión de 440V, el cual suministra la energía necesaria a motores y equipos para su funcionamiento.

No obstante, se requiere el diseño de las canalizaciones necesarias para llevar el cableado a las distintas zonas de las maquinarias que conforman el proceso. Por otra parte, dado que las distancias entre el armario de control y la ubicación de los motores son despreciables, se tomó en cuenta el método de capacidad de corriente para determinar el calibre del conductor.

- **Método por capacidad de corriente:** El tamaño de los cables para los circuitos ramales debe calcularse en función de la corriente que deben circular por ellos. El código eléctrico nacional (CEN), en la tabla 310-16 establece los valores de capacidad de corriente para los diferentes tipos de cables. Además de la corriente de circuito intervienen en la selección del calibre del cable, la temperatura ambiente y el número de cable en una canalización [14].

ESTUDIO DE CARGAS DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control posee corrientes muy pequeñas, sin embargo el mayor amperaje lo contiene las tarjetas de salidas con un valor de operación de 0.5 A, (ver anexo “B”). Para obtener la solución del cableado de las tarjetas (E/S) del sistema por el método de capacidad de corriente se accedió a la tabla 310-16 del CEN en la cual se establece el calibre del conductor capaz de soportar la capacidad de corriente antes mencionada, dando como resultado parcial el conductor # **18**, es importante señalar que se consideró el factor de corrección por temperatura (35 -40)°C y aun así la corriente no superó el valor de 1 A, lo que garantiza que el conductor cumple con las condiciones necesarias para este sistema. Por lo tanto la solución final para el cableado de los módulos (E/S) del controlador lógico programable (PLC) es el calibre del conductor # **18 – THW – Cu- 600v**.

El estudio de carga se realiza para determinar el valor de potencia que consumen las cargas conectadas a los circuitos de sistema de control de la línea de producción de láminas de hierro Negro STAMCO la cual es proporcionada por el transformador

Para el cálculo de la potencia consumida por el PLC se toma en consideración el consumo de potencia de la fuente de alimentación, de las tarjetas de entrada y las de salidas del controlador. Para ello, se busca la corriente nominal de operación de ambos tipo de tarjetas (E/S) en los catálogos de Siemens (ver anexo “B”). A continuación en la tabla 3.6 muestra los cálculos de Potencia (S) para el controlador lógico programable (PLC).

Tabla. 3.6. Cálculos de Potencia (S) del PLC.

MÓDULO	CORRIENTE (A)	VOLTAJE (V)	S (VA)
Fuente de alimentación PS 307 5A	2,2	120	264
Módulos de Entradas SM 321-1BL00-0AA0	0,07	120	8,4
Módulos de Salidas SM 322-1BL00-0AA0	0,5	120	60
S total			4910,4

Nota: $S_{total} (VA) = S_{Fuente de alimentación} (VA) + N^{\circ} Entradas * N^{\circ} tarjetas * S(VA) + N^{\circ} Salidas * N^{\circ} tarjetas * S(VA)$.

Fuente: Propia.

Los valores de potencia de los otros dispositivos, se encuentran en la tabla 3.7, la cual se realiza el estudio de cargas para determinar la potencia total (S) consumida por el sistema de control.

Tabla. 3.7. Estudio de cargas del sistema de control.

CARGA	CONSUMO/UND (VA)	TENSIÓN	CANTIDAD	TOTAL (VA)
Interruptores de Posición Metálicos	130	120VAC	16	2080
Solenoides	19	120VAC	30	570
Relés	1,5	120VAC	22	33
Controlador Lógico Programable	4910,4	120VAC	1	4910,4
Sirena	60	120VAC	1	60
TOTAL				7653,4

Nota: Total (VA)= (consumo/Und)* cantidad; Total= \sum Total (VA)

Fuente: Propia

En relación con los datos obtenidos en la tabla 3.7 y considerando un 25% de reserva, el transformador a usar tendrá una potencia de 10KVA y una relación de tensión de 440/120 VAC.

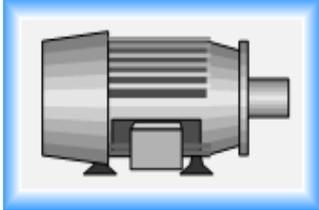
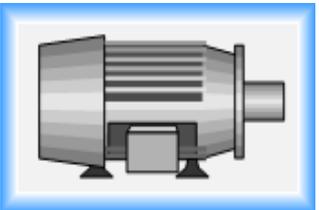
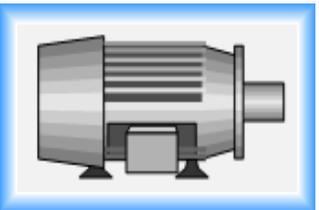
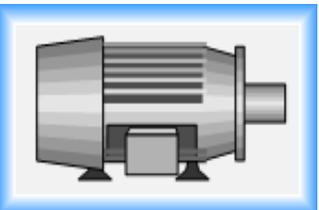
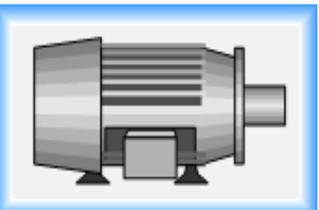
ESTUDIO DE CARGAS DEL SISTEMA DE FUERZA.

El estudio de carga es una fuente de información de gran utilidad para la empresa en lo que a seguridad, rendimiento y beneficios se refiere, gracias a este se puede determinar si el sistema de distribución eléctrica de una planta puede admitir nuevas cargas, remodelaciones, entre otras.

A continuación se muestran las tablas con los datos y cálculos de todo el sistema de producción de láminas:

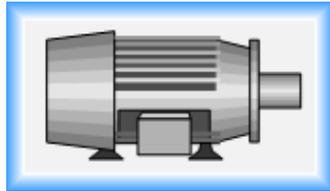
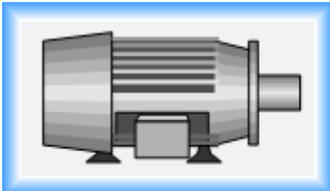
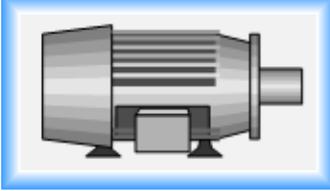
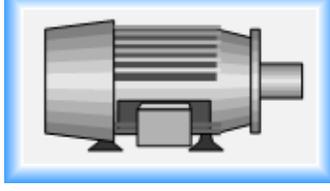
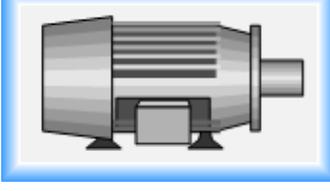
- **Datos de placas de los motores.**
- **Cálculo del conductor de los motores.**
- **Cálculo de las protecciones y conductor de puesta tierra.**
- **Cálculo del Sub-alimentador.**

Tabla. 3.8 Datos de placas de los motores.

		DATOS		FUNCIÓN
	M1 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	1,46	Motor del cono desenrollador
		Hp	1	
		Vn(V)	415	
		L(m)	15,951	
		Fp	0,77	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1380	
	M2 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	43	Motor de arrastre de la enderezadora 1
		Hp	14,8	
		Vn(V)	220/380	
		L(m)	7,731	
		Fp	0,77	
		Letra de código	C	
	M3 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	4,7	Motor superior derecho de la enderezadora 2
		Hp	3	
		Vn(V)	440	
		L(m)	13,249	
		Fp	0,77	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1430	
	M4 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	4,7	Motor superior izquierdo de la enderezadora 2
		Hp	3	
		Vn(V)	440	
		L(m)	10,569	
		Fp	0,77	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1430	
	M5 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	48	Motor superior central de la enderezadora 2
		Hp	44	
		Vn(V)	440	
		L(m)	10,014	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	
		r.p.m	720	

Fuente: Propia

Tabla. 3.8 Datos de placas de los motores (Continuación).

		DATOS		FUNCIÓN
	M6 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	66	Motor de arrastre de la enderezadora 2
		Hp	50	
		Vn(V)	440	
		L(m)	10,637	
		Fp	0,7	
		Letra de código	D	
		r.p.m	900	
	M7 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	43/75	Motor de la central hidraulica del calandra
		Hp	30/34	
		Vn(V)	220/440	
		L(m)	14,129	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	
		r.p.m	1770	
	M8 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	27,2	Motor de la central hidraulica del carro
		Hp	28	
		Vn(V)	460	
		L(m)	17,146	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	
		r.p.m	1750	
	M9 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	0,679	Motor del ventilador del sistema de enfriamiento de la cizalla
		Hp	0,33	
		Vn(V)	460	
		L(m)	3,614	
		Fp	0,50	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1720	
	M10 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	10,4	Motor de la bomba del sistema de enfriamiento de la cizalla
		Hp	1	
		Vn(V)	440	
		L(m)	4,591	
		Fp	0,7	
		Letra de código	B	
		r.p.m	3450	
	M11 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	21	Motor de la central hidraulica de la cizalla
		Hp	22	
		Vn(V)	440	
		L(m)	2,61	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	

L(m): longitud en metros desde el armario de control a cada uno de los motores. ver apendice "B" plano 12

Fuente: Propia

Tabla. 3.9 Cálculo del conductor de los motores.

Datos			CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LOS MOTORES				
			**Corriente a plena carga (I)	Corriente del conductor (Ic=1,25I)	*Calibre Conductor(AWG/ Kcmil)	Capacidad de corriente	Conductor óptimo	***DIAMETRO DE TUBERIA (φ)
M1	Hp	1	4,20	5,25	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	220					
M2	Hp	15	42,00	52,50	6	3# 6 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	220					
M3	Hp	3	4,80	6,00	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M4	Hp	3	4,80	6,00	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M5	Hp	44	48,00	66,00	4	3# 4 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	440					
M6	Hp	50	66,00	82,50	4	3# 4 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	440					
M7	Hp	34	44,35	69,30	4	3# 4 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	440					
M8	Hp	28	33,33	41,66	8	3# 8 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M9	Hp	0,33	0,67	0,84	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M10	Hp	1	4,20	5,25	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	220					
M11	Hp	22	24,20	30,25	10	3# 10 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					

* Calibre del conductor: Ic x el factor de corrección de temperatura (Fc(36-40)°C: 0.88) con el uso de la Tabla A.1
 ** Corriente a plena carga en amperios de motores trifásicos de corriente alterna ver Tabla A.4
 *** Datos obtenidos de la Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre
 Nota: Tipo de motor Jaula de ardilla (M.I.J.A). Para tener acceso a las tablas utilizadas ver Anexos "A".

Fuente: Propia.

Tabla. 3.9 Cálculo de las protecciones y conductor de puesta tierra

Motor	Corriente a plena carga (I)	PROTECCIONES				***CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA (VERDE)	****DIAMETRO DE TUBERIA (φ)
		SOBRECARGA (I _{scA})		SOBRECORRIENTE (I _{sc})			
M1	4,20	*I _{scA(A)} = 1,25*I	**PROTECCIÓN	I _{sc(A)} = 2,5*I	**PROTECCIÓN	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
		5,25	3 polos x 15 amp	10,5	3 polos x 15 amp		
M2	42,00	52,5	3 polos x 60 amp	105	3 polos x 110 amp	1# 8-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M3	4,80	6	3 polos x 15 amp	12	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M4	4,80	6	3 polos x 15 amp	12	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M5	48,00	60	3 polos x 60 amp	120	3 polos x 125 amp	1# 6-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M6	66,00	82,5	3 polos x 90 amp	165	3 polos x 175 amp	1# 6-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M7	44,35	55,4375	3 polos x 60 amp	110,875	3 polos x 125 amp	1# 8-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M8	33,33	41,6625	3 polos x 50 amp	83,325	3 polos x 90 amp	1# 8-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M9	0,69	0,8625	3 polos x 15 amp	1,725	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M10	4,20	5,25	3 polos x 15 amp	10,5	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M11	24,20	30,25	3 polos x 35 amp	60,5	3 polos x 90 amp	1# 10-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado

* Se consideró lo establecido en el C.E.N en las secciones 430-32, 33 y 34 (motores con temperatura no mayor de 40°C)
 ** Tabla. A.5 Capacidad de corrientes nominales normalizadas para protecciones eléctrica
 *** Datos obtenidos de la Tabla. A.2 Calibre para conductores de puesta a tierra
 **** Datos obtenidos de la Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre
 Nota: Para el cálculo de ISC se debe tomar en cuenta la letra del código del motor (Tabla 3.8 Datos de placas de los motores) y se busca Tabla. A.3 Ajuste para los dispositivos de protección el valor por el que hay que multiplicar (2,5). Para tener acceso a las tablas utilizadas ver Anexos "A".

Fuente: Propia

Tabla. 3.10 Cálculo del Sub-alimentador.

SUB-ALIMENTADOR (M1-M2-M3-M4-M9-M10)					
CÁLCULO DEL CONDUCTOR			SOBRECORRIENTE (ISC)		**CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA (VERDE) + TUBERIA
Capacidad de corriente	Conductor + Tubería	$I_{SC} = 1,25 \cdot I''M_{my} + \sum I''M_r$ A	Protección		
*Corriente de diseño para el conductor ($I_d = 1,25 \cdot I''M_{my} + \sum I''M_r$) A	Calibre Conductor(AWG/Kcmil)	3# 4 -THW-Cu - 600V + 1 ϕ 1" EMT	71,19	3 x 80 amp	1# 8-TW-Cu + 1 ϕ 1/2" EMT
71,19	4				
* I _c : Corriente a plena carga en amperios de motores trifásicos de corriente alterna, valores tomados de la tabla 3,9; M _{my} : motor mayor; M _r : motores restantes					
** Datos obtenidos de la Tabla. A.2 Calibre para conductores de puesta a tierra y la Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre					
Nota: para cálculo de conductor por capacidad de corriente ver Tabla A.1. Para tener acceso a las tablas utilizadas ver Anexos "A".					

Fuente: Propia

1.3.7. FASE VII: Elaborar los planos de fuerza y de control.

Se realizaron los planos de fuerza y de control, basados en el estudio de cargas de los mismos, los cuales permitirán la futura implementación (no contentiva en este proyecto), de dicho diseño de manera eficaz y óptima, ver apéndice “B”.

1.3.8. FASE VIII: Diseño y distribución del pupitre de mandos y del armario de control.

Luego de considerar los equipos y accesorios esenciales que deben utilizarse se procedió a diseñar las estructuras donde permanecerán todos los equipos y elementos esenciales del proceso (PLC, pulsadores, selectores, indicadores visuales etc.) estimados en la fase 3 del presente capítulo.

Dicho diseño fue realizado con la asesoría de la empresa beneficiada, quien dio una importante guía en cuanto a las medidas de las estructuras, las cuales son:



- Armario.
- Pupitre1, pupitre2.
- Panel principal.

Para visualizar sus características y dimensiones, ver apéndice “B”, plano (9), (10) y (11) respectivamente.

1.3.9. FASE IX: Estudiar el software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware

Se recaudó información relacionada con los sistemas SCADA en proyectos de grados, haciendo énfasis en el nivel de programación del mismo, el cual permitió realizar la simulación del proceso. Ver sección 2.7 del capítulo II.

1.3.10. FASE X: Simulación.

La simulación se realizó usando el software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware, con el cual se comprobó el funcionamiento del sistema de control empleado para la automatización de la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO. Para comprender todo lo concerniente a la misma, ver capítulo IV.

1.3.11. FASE XI: Análisis e interpretación de resultados.

Una vez realizadas las pruebas, se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos, quedando plasmadas en detalle en las conclusiones del presente proyecto.



CAPÍTULO IV

SIMULACIÓN

4.1 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

La simulación del sistema de control para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO, se representa a través de once (12) ventanas de animación:

- Ventana del proceso general de producción de láminas.
- Ventana del tablero principal
- Ventana de la etapa I
- Ventana de la etapa I en 3D
- Ventana de la etapa II
- Ventana de la etapa II en 3D
- Ventana del pupitre 1
- Ventana del pupitre 2
- Ventana de alarma
- Ventana de simulación
- Ventana de información
- Ventana de la gráfica del encoder.

Para una mejor comprensión de los diferentes accesos a las ventanas, Ver diagramas de flujos en el apéndice “C”.



4.1.1 VENTANA DEL PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN DE LÁMINAS.

En esta ventana el operador observa todo el proceso de producción de láminas de hierro negro STAMCO. Este se inicia desde que se cargan las cuatro bobinas hasta el corte de las mismas, y desde ésta se tiene acceso directo a las demás ventanas, accionando los botones que corresponden con sus nombres: etapa I, etapa I en 3D, etapa II, etapa II en 3D, información, simulador, tablero principal, alarma, gráfica, pupitre 1, pupitre 2. También se encuentran los botones “Anterior” y “Siguiete”, que se conectan a las ventanas de etapa II en 3D y etapa I, respectivamente.

En la figura. 4.1 se observa la ventana de animación en donde se especifica cada una de las etapas del proceso de producción de láminas:

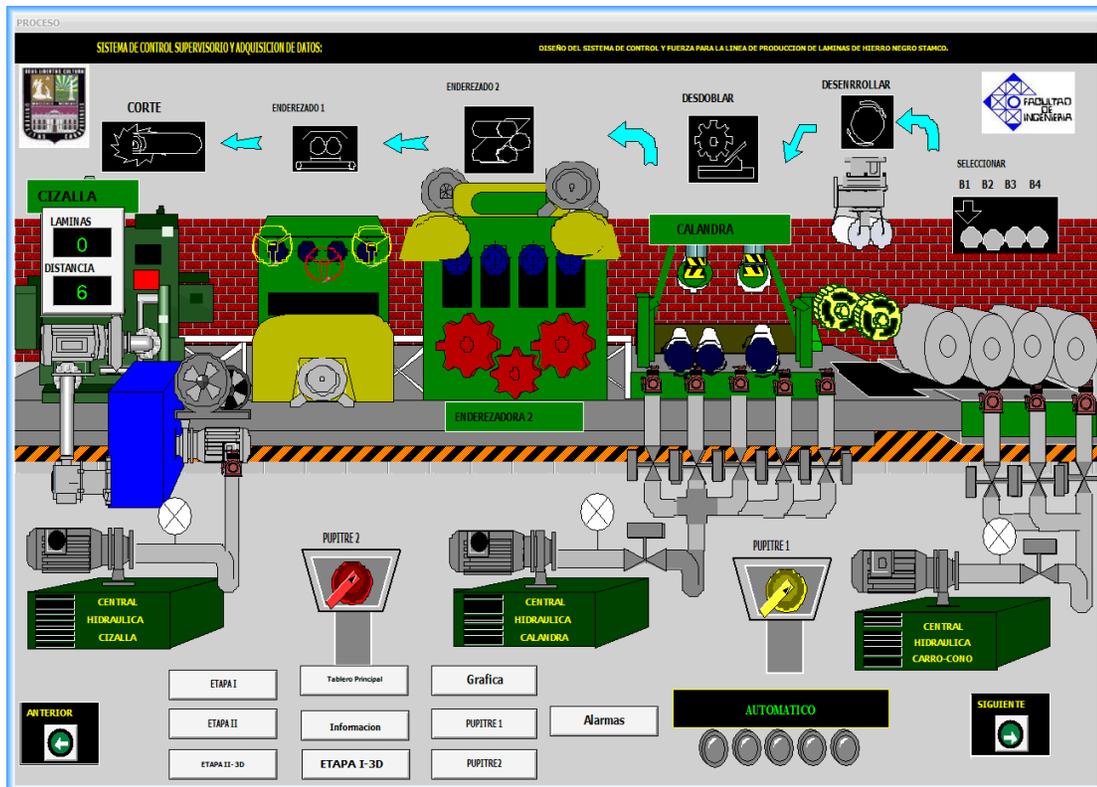


Figura 4.1 Proceso General.
Fuente: propia

4.1.2 VENTANA DEL TABLERO PRINCIPAL

En la ventana del tablero principal el operador tiene acceso a los pulsadores descritos a continuación:

Panel Principal:

- Inicio: con el que el operador inicia el proceso de producción.
- Parada: donde el operador detiene el proceso de producción según la planificación de producción al pulsar este botón.



- “reset”: para configurar todas las variables a su estado inicial de apagado, por lo que debe limitarse solo a la manipulación del personal calificado.
- Parada de emergencia: que detiene el proceso de producción cuando se presenta algún evento no planificado que ponga en riesgo la seguridad de los trabajadores o al sistema de producción.

Adicionalmente se tiene otros pulsadores como:

- Espesor: que elige la enderezadora utilizada según el espesor de la lámina a trabajar. Si la lámina a procesar es mayor 10 mm se trabaja con la enderezadora 2, mientras la enderezadora 1 se comporta como una guía. Si la lámina a procesar es menor 10 mm, ocurre lo contrario para las enderezadoras.
- Longitud: que elige la longitud en metros, en la cual se realizarán los cortes de la lámina, según la planificación de producción. Si la lámina a producir es de 6 m, se pulsa el botón “6”. Si la lámina a producir es de 12 m, se pulsa el botón “12”.
- Marcha SHCA: que pone en marcha el sistema hidráulico del carro en forma manual.
- Marcha SHCL: que coloca en marcha el sistema hidráulico de la calandra en forma manual.

También se encuentran los siguientes selectores:

- Controles de los sistemas hidráulicos: son de dos posiciones, “ON” y “OFF”, que permiten al operador encender o apagar los sistemas hidráulicos del carro porta bobina, la calandra y la cizalla.

- Sistema en modo automático o manual: es de tres posiciones donde el operador elige el modo de control del sistema de producción. En modo automático los sensores configuran las variables que se manejan en el proceso de producción; en modo manual el operador toma la decisión de accionar las variables tales como: subir y bajar, adelante y atrás, extraer y retraer, parar, girar manualmente y girar automáticamente; en modo Off el sistema no funciona.

A continuación se muestra la figura 4.2 que contiene la ventana del tablero principal:

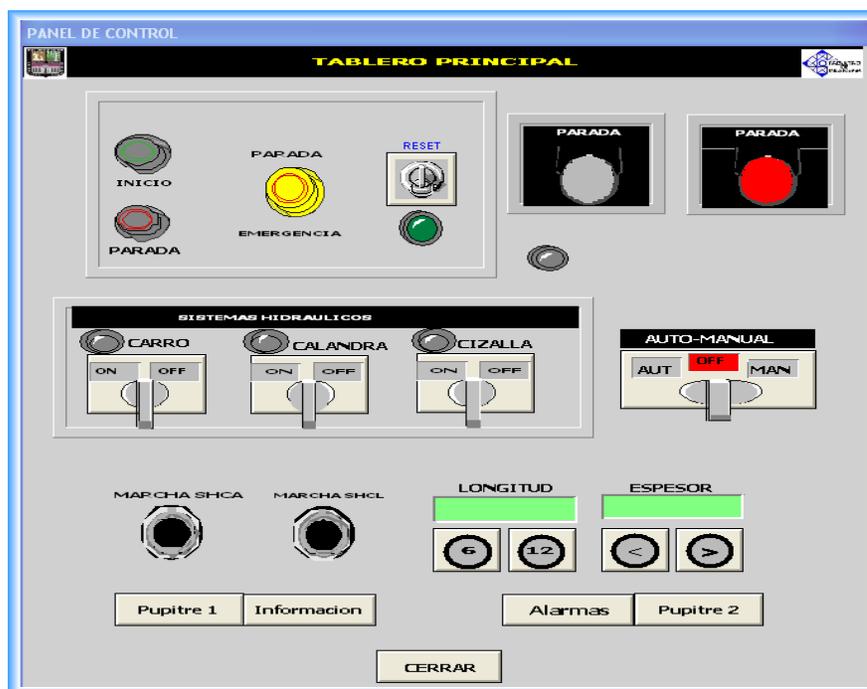


Figura. 4.2 Tablero Principal.
Fuente: propia

4.1.3 VENTANA DE LA ETAPA I

En la ventana de la etapa I el operador observa el proceso donde las 4 bobinas son colocadas en la plataforma y posteriormente el carro porta bobinas lleva cada una hasta los conos para desenrollarla, y luego pasa por la calandra. Este proceso se representa en una vista de planta.

El operador también observa el panel de sensores 1 para esta etapa del proceso, que se conforma de los siguientes operadores visuales: encendido y apagado del sensor P1, P2, BB, FC3, FC6, SC, SBC, S1, S2, FC1, FC2, FC4, FC5, FC11, FC8, FC9, FC12 y EXTENDER_PUNTA.

A continuación se muestra la figura 4.3 que contiene la ventana de la etapa I:

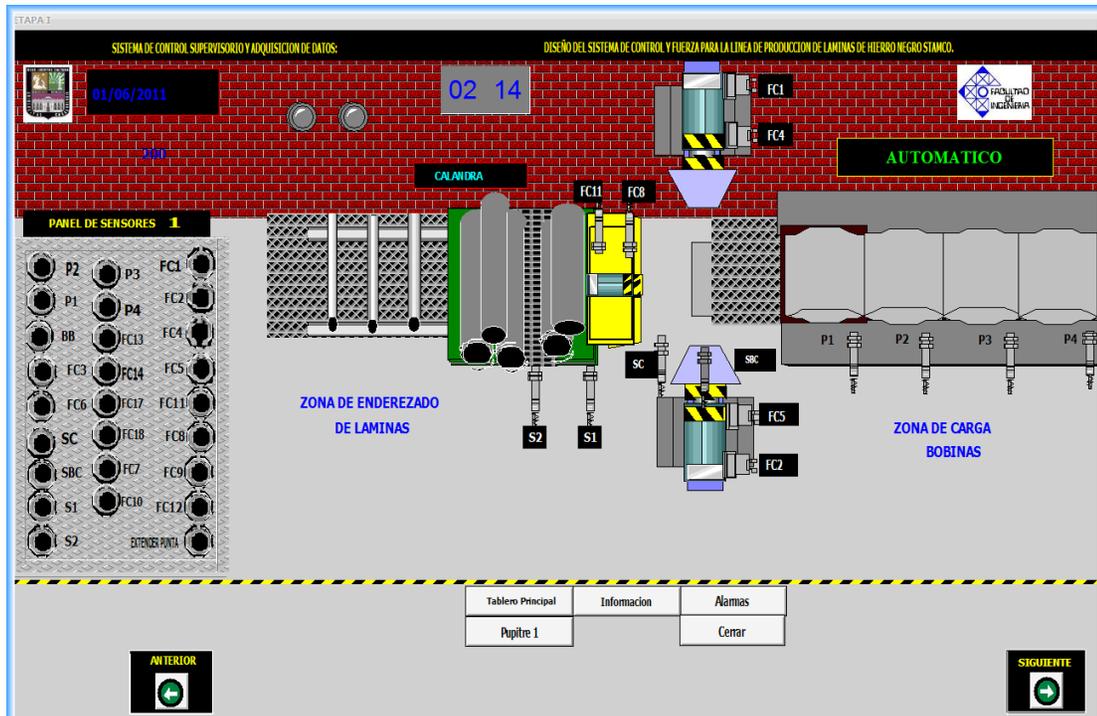


Figura. 4.3 Etapa I.
Fuente: Propia.

4.1.4 VENTANA DE LA ETAPA I EN 3D

En esta ventana se puede observar el proceso descrito en la sección anterior (Sección 4.1.3), representado en una vista 3D.

A continuación se muestra la figura 4.4 que contiene la ventana de la etapa I en 3D:

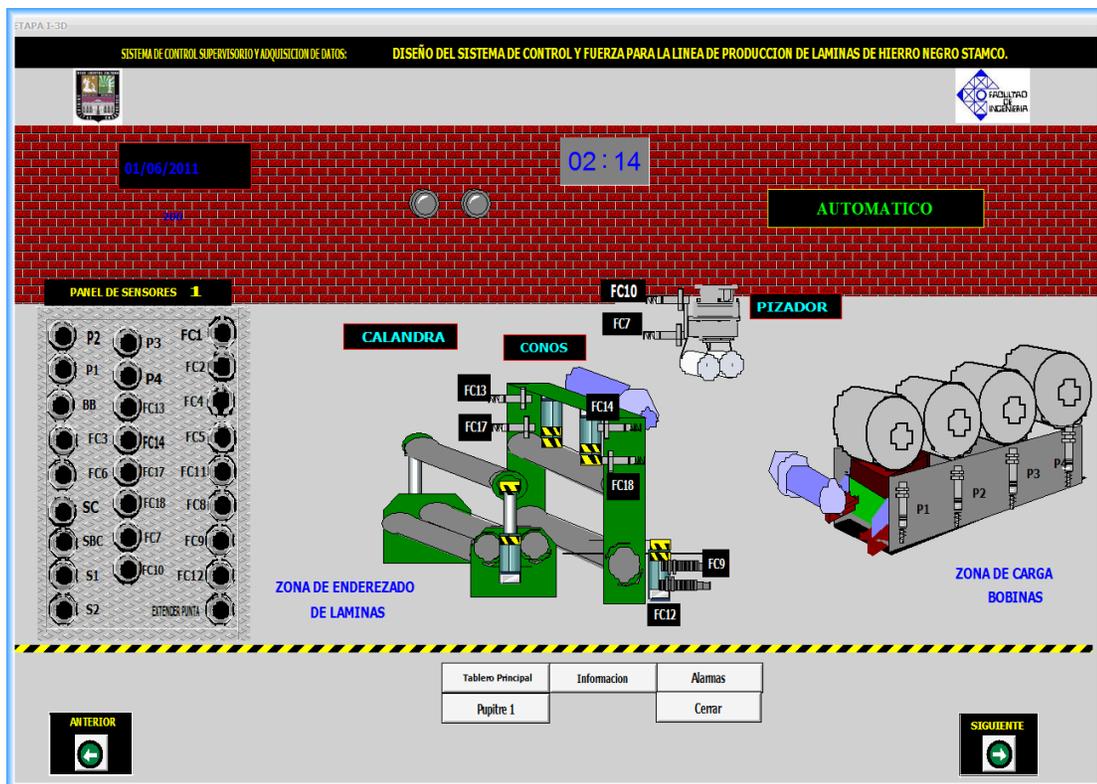


Figura. 4.4 Etapa I en 3D.
Fuente: Propia

4.1.5 VENTANA DE LA ETAPA II

En la ventana de la etapa II el operador observa el proceso desde que la lámina llega a la enderezadora 2, pasando por la enderezadora 1, hasta llegar a la cizalla donde se produce el corte. Este proceso se representa solo en la vista de planta.

El operador visualiza el panel de sensores 2 para esta etapa del proceso, que se conforma de los siguientes indicadores visuales: encendido y apagado del sensor S3, S4, S5, FC21, FC22, FC23, FC15, FC24, FC25, FC26, FC16, FC19 y FC20.

A continuación se muestra la figura. 4.5 que contiene la ventana de la etapa II:

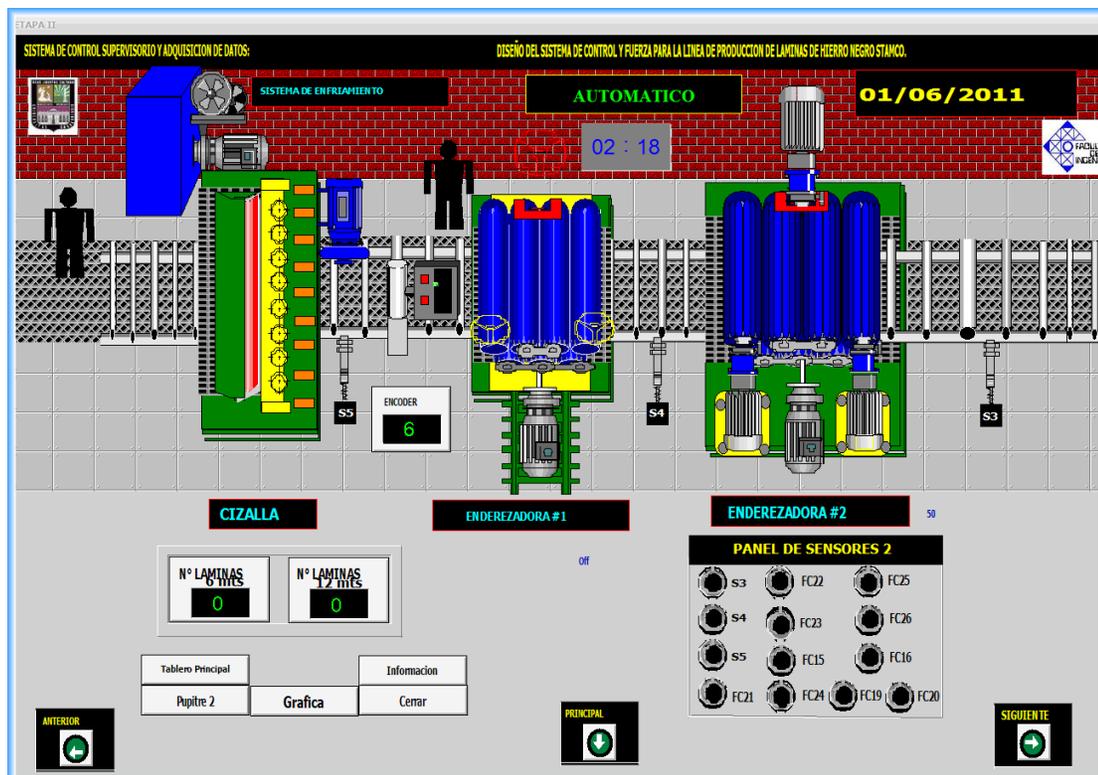


Figura. 4.5 Etapa II.
Fuente: Propia

4.1.6 VENTANA DE LA ETAPA II EN 3D

El operador observa el proceso desde que la lámina llega a la enderezadora 2, pasando por la enderezadora 1 hasta llegar a la cizalla donde se produce el corte, en una vista 3D.

En esta ventana el operador visualiza el panel de sensores 2 para esta etapa del proceso, tal como se menciona en la ventana de la etapa II (sección 4.1.5).

A continuación se muestra la figura. 4.6 que contiene la ventana de la etapa II en 3D:

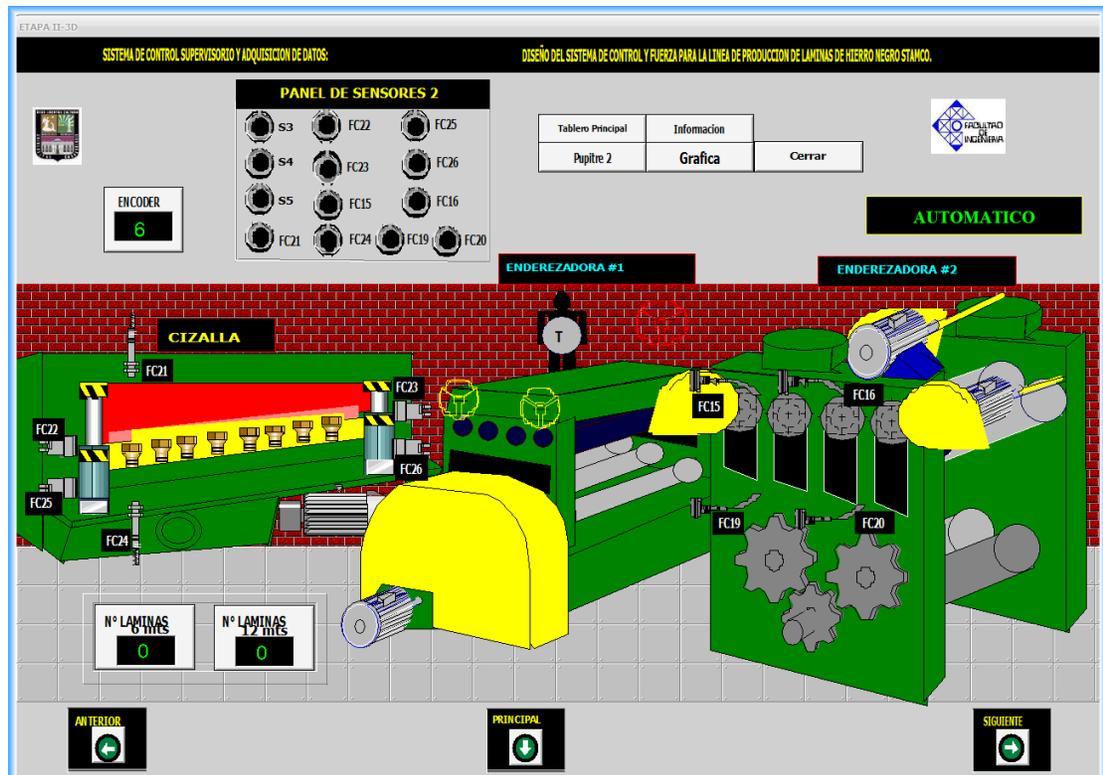


Figura. 4.6 Etapa II en 3D.
Fuente: Propia



1.1.7 VENTANA DEL PUPITRE 1

En esta ventana el operador visualiza todos los controles del panel de mando N° 1 cuando el proceso se encuentra configurado en modo automático. Si el proceso se encuentra en modo manual, el operador además de visualizar, puede manipular estos controles, los cuales se mencionan a continuación:

Selectores:

- Mesa carro: que permite al operador controlar las acciones del carro para subir (SUB) o bajar (BAJ) la mesa.
- Carro: que lo lleva hacia adelante (ADE) o hacia atrás (ATR) dependiendo de la acción requerida.
- Conos: para accionar los conos extendiéndolos (EXT) o retrayéndolos (RET).
- Pisador: se acciona para hacer bajar (BAJ) o subir (SUB) el pisador.
- Mesa Desp.: designado para hacer que la mesa despuntadora baje (BAJ) o suba (SUB).
- Punta mesa: tiene como acción extender (EXT) la punta de la mesa despuntadora o retraerla (RET).
- Girar conos: hace girar los conos, ya sea de forma horaria o anti-horaria, según el requerimiento, para posicionar la punta de la lámina respecto a la mesa despuntadora.

Adicionalmente, se cuenta con dos pulsadores, los cuales son:

- Doblar material: hace bajar el segundo rodillo que se encuentra en la calandra, cuando se requiera enderezar aún más la lámina.

- Extender punta: se utiliza con el fin de continuar el proceso en modo automático, después de posicionar la bobina de forma adecuada.

A continuación se muestra la figura. 4.7 que contiene la ventana del pupitre 1:

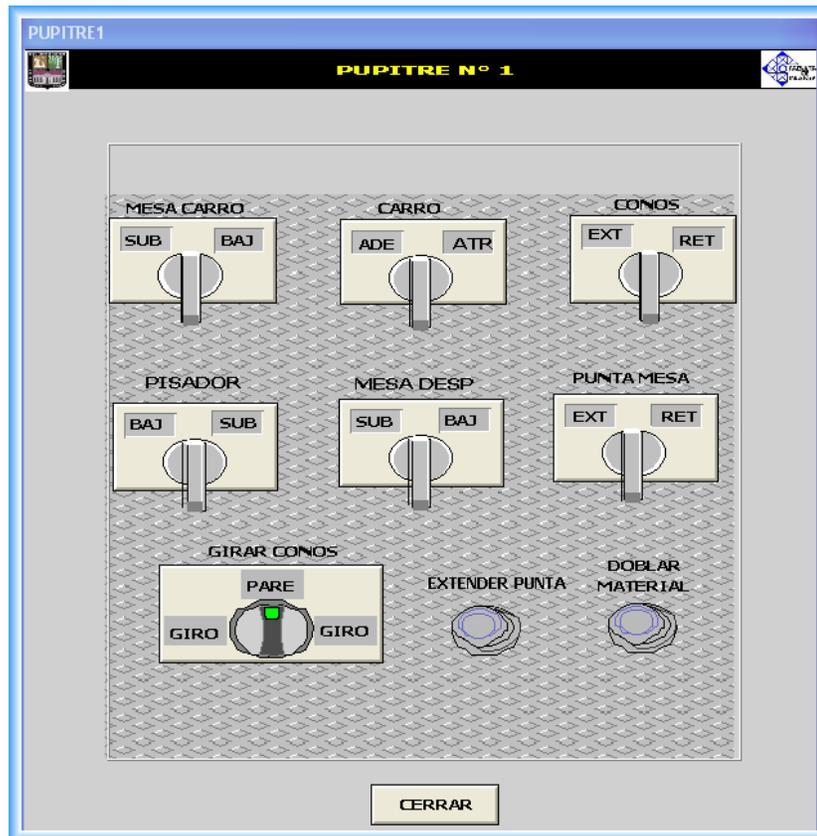


Figura. 4.7 Pupitre N° 1
Fuente: Propia

4.1.8 VENTANA DEL PUPITRE 2

El operador visualiza todos los controles del pupitre N° 2 en esta ventana, cuando el proceso se encuentra configurado en modo automático. Por otra parte, si se encuentra en modo manual, el operador puede manejar los siguientes selectores:

- Cizalla: permite al operador accionar la cizalla para realizar el corte a la lámina, haciendo subir (SUB) o bajar (BAJ) la guillotina.
- Rodillo E2: usado para activar los motores que hacen subir (SUB) o bajar (BAJ) los rodillos superiores de la enderezadora 2.
- Ocho pisadores: empleado para subir (SUB) o bajar (BAJ) los ocho pisadores que sujetan la lámina al momento de realizar el corte.
- Rodillos E1-E2: acciona los motores que hacen girar los rodillos inferiores de las enderezadoras 1 y 2.

A continuación se muestra la figura 4.8 que contiene la ventana del pupitre 2:

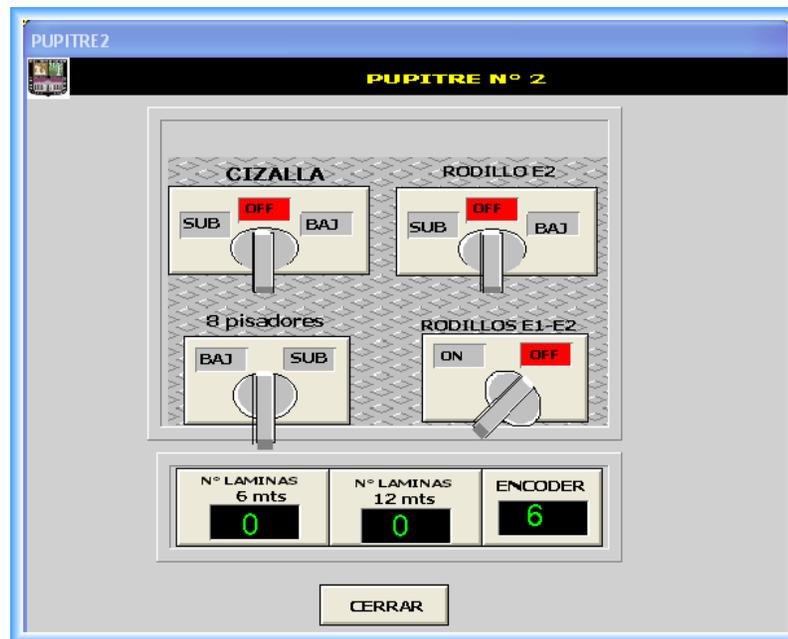


Figura. 4.8 Pupitre 2
Fuente: Propia

4.1.9 VENTANA DE ALARMA

En esta ventana se muestran algunas fallas que se pueden presentar eventualmente en el proceso, como por ejemplo: en los sistemas hidráulicos, en los rodillos de arrastre, en los conos desenrolladores o en los rodillos superiores de la enderezadora 2.

A continuación se muestra la figura. 4.9 que contiene la ventana de alarma:

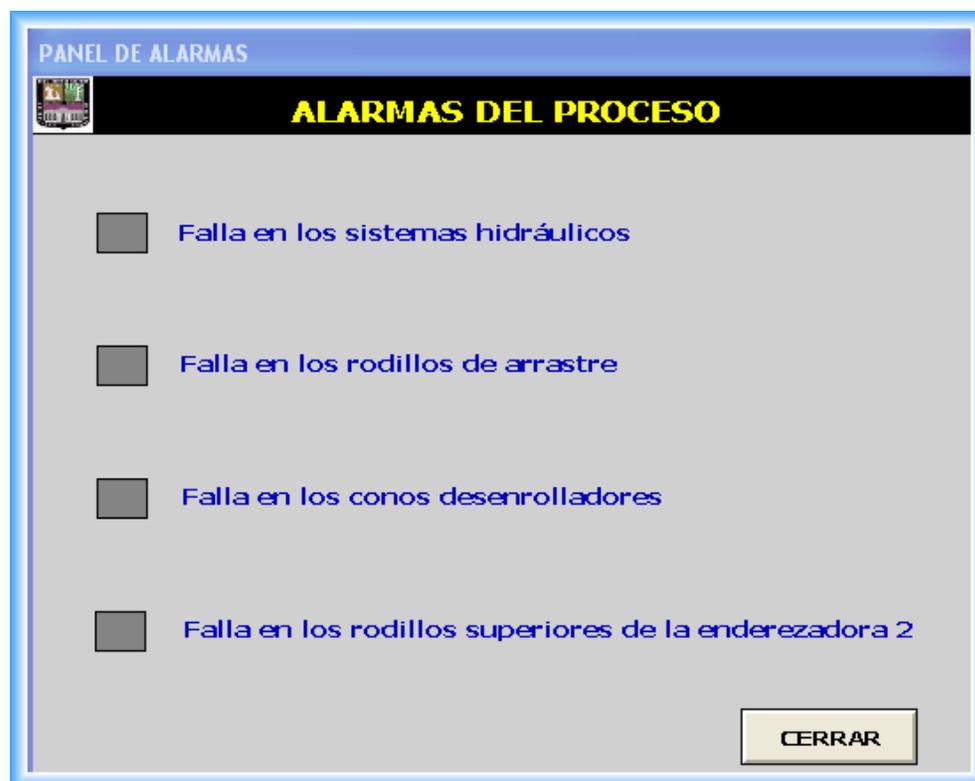


Figura. 4.9 Ventana de alarmas
Fuente: Propia

4.1.10 VENTANA DE INFORMACIÓN.

Ventana que muestra una leyenda de todos los componentes del sistema e indica la manera en que se visualizan éstos cuando se encuentran encendidos (ON) o



apagados (OFF) y sus respectivos colores. Los componentes a que se hace mención son los siguientes: tubería hidráulica, bomba hidráulica, sensor inductivo, electroválvulas, línea indicativa, actuadores, indicador de presión, bobina de hierro, sensor inductivo, Led de sensores, motor de los conos, sensor magnético, motor eléctrico, giro de los rodillos y motor hidráulico.

En ésta, el operador también puede acceder a las imágenes fotográficas, con las características y componentes principales de cada una de las máquinas que se nombran a continuación: calandra, conos, pisador, enderezadora 1, enderezadora 2, cizalla, sistema de enfriamiento, motores, con solo dar clic a los botones que se identifican con el nombre.

Además, se muestran cuatro botones en los cuales se puede obtener información de los autores, PLC, sensores y elementos de control.

- Calandra: donde se tiene acceso a la información de la máquina utilizada para enhebrar y enderezar láminas de acero, dicha máquina tiene como características principales las siguientes: 3 rodillos inferiores, 2 rodillos superiores, 1 mesa despuntadora, 1 punta de mesa, y 1 motor eléctrico con sus datos de placa que coloca en funcionamiento el sistema hidráulico.
- Conos: éste muestra la información de la máquina encargada de sostener y desenrollar la bobina una vez puesta en marcha el proceso. Posee como características principales: 2 actuadores lineales hidráulicos, 2 cilindros de soportes y 1 motor eléctrico con sus datos de placa.



- Pisador: a través del cual el operador tiene acceso a la información del pisador, que es la máquina encargada de mantener presionada a la bobina en los conos una vez cortado el fleje.
- Enderezadora 2: presenta al operador la información de la máquina que tiene como función enderezar las láminas de aceros. Dicha máquina posee 3 rodillos inferiores accionados por 1 motor eléctrico. Además lleva 4 rodillos superiores, 2 de ellos (rodillos laterales) accionados por un motor eléctrico.
- Enderezadora 1: se muestra la información de la máquina usada con el fin de enderezar las láminas de aceros. Contiene 3 rodillos inferiores accionados por 1 motor eléctrico. Además, posee 4 rodillos superiores movidos por un operador a través de 3 tornillos sin fin.
- Cizalla: muestra la información de la máquina encargada de hacer los cortes de las láminas de acero una vez ya enderezadas. Posee 8 pisadores hidráulicos, 2 actuadores lineales, 1 cuchilla de corte y 1 motor eléctrico con sus datos de placas.
- Sistemas de enfriamiento: muestra la información del sistema de enfriamiento que mantiene a una temperatura óptima la cizalla, dicho sistema contiene 1 bomba centrífuga. Además, posee 1 ventilador con sus respectivos datos de placa.
- Autores: contiene los nombres de los autores del “SISTEMA DE CONTROL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LÁMINAS DE HIERRO NEGRO STAMCO” y el nombre del tutor académico.



- PLC: donde el operador tiene acceso a la información del PLC usado para controlar el proceso.
- Sensores: el operador tiene acceso a la información de los sensores utilizados en el proceso, ya sean Inductivos o Magnéticos o según su aplicación.
- Elemt. Ctrl (Elementos de Control): donde se obtiene la información de las Electro-Válvulas y Actuadores Hidráulicos del proceso. Algunas características de las Electro-Válvulas son las siguientes: 4/3 vías con doble solenoide y alimentación de 120 V AC / 24 V DC. Con respecto a los Actuadores Hidráulicos son de tipo doble efecto y de alimentación hidráulica.

Para visualizar los elementos de la ventana de información (Ver apéndice “C”).

A continuación se muestra la figura. 4.10 que contiene la Ventana de Información:

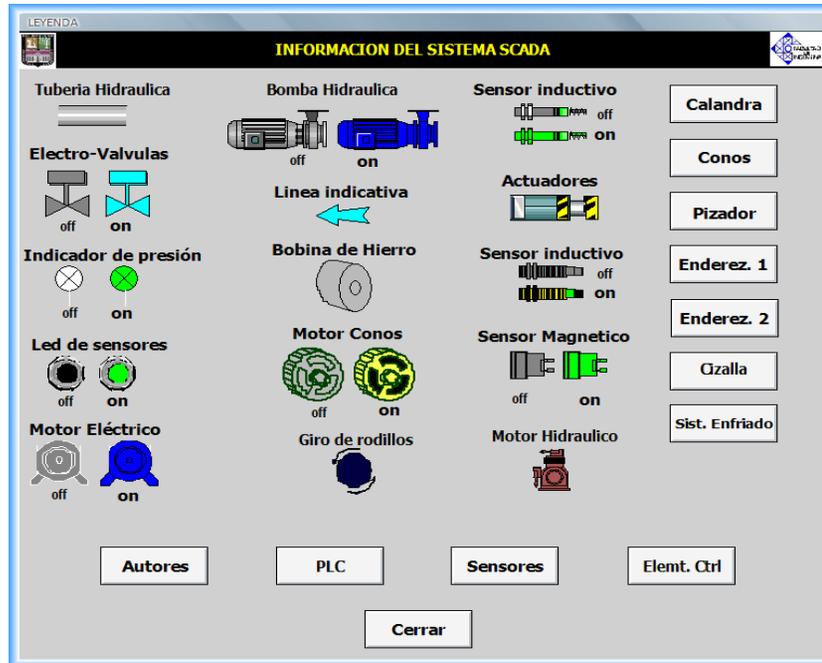


Figura. 4.10 Información
Fuente: Propia

4.1.11 VENTANA DE LA GRÁFICA DEL ENCODER

Con esta ventana el operador tiene acceso a la gráfica del encoder, que representa los metros de láminas producidas por tiempo expresado en segundos.

A continuación se muestra la figura. 4.11 que contiene la Ventana de la gráfica del encoder:



Figura. 4.11 Gráfica del Encoder
Fuente: Propia

Finalmente, existe una diversidad de información que se puede visualizar en ventanas comunes.

A continuación se muestra la tabla 4.1 que contiene información común de todas las ventanas del proceso

Tabla. 4.1 Información común de las ventanas del proceso

Acción	N. de laminas	Distancia	Luz piloto	Indicador modo Manual/Automático	Fecha y hora	Indicadores visuales	anterior	Siguiente	Principal
Ventana									
Proceso general	X	X	X	X		X	X	X	
Tablero principal			X	X		X			
Etapa I			X	X	X	X	X	X	



Etapa I en 3D			X	X	X	X	X	X	
Etapa II	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Etapa II en 3D	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pupitre 1						X			
Pupitre 2	X	X				X			
Alarma						X			
información						X			
Grafica del encoder	X	X				X			

Fuente: Propia

4.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL PLC S7 300 DE SIEMENS Y EL SCADA

Para establecer la comunicación entre el PLC y el sistema SCADA Intouch, se utilizó un cable MPI/SERIAL o MPI/USB, además del software Top Server, OPC Server y OPC Link, todo esto desarrollando los siguientes pasos:

➤ Programación del PLC:

Antes de realizar la comunicación, es necesario programar el PLC, para lo cual ha sido utilizado el método de diagrama en escalera realizado en el programa Step7 (ver capítulo III). Por otra parte, también son requeridos los ‘scripts’ de animación en el sistema Scada.

Luego de realizada la programación, se procede a transmitir el programa al PLC a través del cable MPI [16].

➤ Configuración del servidor IBH OPC:

El IBH OPC Server, permite leer los datos del PLC Siemens S7 300 y transferirlos al Quick Client en el top Server, lo cual se realizó de la siguiente manera:

- Al iniciarse el **IBH OPC Server**, se despliega la ventana del editor y se configura el proyecto como nuevo, insertando un nuevo PLC a través del Opcditor1. Se estableció: el nombre del PLC: **ASD**, con especial cuidado ya que este debe coincidir con el del **Acess Path** en el direccionamiento de los datos del SCADA, y el protocolo de comunicación: **S7 Simatic Net**, como se muestra en la figura 4.12.

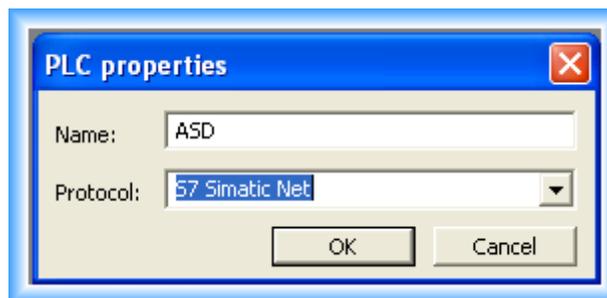


Figura 4.12 Propiedades del PLC (Nombre y protocolo de comunicación)
Fuente: propia

- Luego se realizó la conexión del PLC y una vez seleccionado el modo MPI, se ajustaron los parámetros de la interfaz PG/PC configurando: el punto de acceso a la aplicación **S7 online step7 PC adapter(MPI)**, la parametrización **PC adapter MPI**, la dirección, el “time out” **30 s**, la velocidad de transferencia **187,5 Kbits/s**, la dirección de estación más alta **31**, la conexión local **USB**.
- Posteriormente, se agregaron las variables que se van a observar en el sistema **SCADA Intouch** y se transfiere el programa al **OPC Server** para terminar la configuración del servidor [16].



A continuación se muestran las figuras 4.13, 4.14 y 4.15 que contienen las variables de salida, entradas y bit internos del proceso respectivamente, que observará el SCADA, y que son activadas en “Active”

The screenshot shows the 'IBH OPC Editor' window with a table of variables. The table has the following columns: Name, Address, PLC type, Length, Active, Write protection, and OPC type. The 'Active' column contains checkmarks for all listed variables.

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
KM1	A0.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM2	A0.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM3	A0.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM4	A0.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM5	A0.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EV1	A0.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EV2	A0.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM6	A0.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM7	A1.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM8	A1.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM9	A1.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM10	A1.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM11	A1.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM12	A1.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM13	A1.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM14	A1.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM15	A2.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM16	A2.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM17	A2.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM18	A2.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM19	A2.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM20	A2.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM21	A2.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM22	A2.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM23	A3.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM24	A3.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM25	A3.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM26	A3.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM27	A3.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM28	A3.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM29	A3.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM30	A3.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM31	A4.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM32	A4.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM33	A4.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM34	A4.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM35	A4.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM36	A4.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EV3	A4.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EV4	A4.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL



EV5	A5.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EV6	A5.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EV7	A5.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EV8	A5.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
LUZ VERDE	A5.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
LUZ ROJA	A5.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SIRENA	A5.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
LUZ VERDE1	A5.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
LUZ VERDE2	A124.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
LUZ VERDE3	A124.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
KM37	A124.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL

Figura. 4.13 Selección de variables salida
Fuente: Propia

The screenshot shows the IBH OPC Editor interface with a table of input variables. The table has columns for Name, Address, PLC type, Length, Active, Write protection, and OPC type. The variables listed include INICIO, PARADA, RESET, and various MARCHA and PARADA signals for different systems and manual operations.

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
INICIO	E0.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA	E0.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RESET	E0.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA DE EMER...	E0.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SIST. HI...	E0.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SIST. HI...	E0.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SIST. HI...	E0.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA SIST. MID...	E0.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA SIST. MID...	E1.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA SIST. MID...	E1.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MAYOR LOCM	E1.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MEJOR LOCM	E1.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
6 MT	E1.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
12MT	E1.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MANUAL	E1.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
AUTO	E1.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P1	E2.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P2	E2.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P3	E2.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P4	E2.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RETROCEDER CO...	E2.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR PISADOR	E2.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC7	E2.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR CONOS DER.	E3.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR CONOS IZQ.	E3.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC8	E3.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EXTENDER PUNTA	E3.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC9	E3.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC24	E3.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC10	E3.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC25	E3.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC11	E4.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC26	E4.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC12	E4.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S1	E4.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S2	E4.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S3	E4.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC13	E4.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC14	E4.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL

Figura. 4.14 Selección de variables entradas
Fuente: Propia

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
FC14	E4.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC15	E5.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC16	E5.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC17	E5.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC18	E5.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S4	E5.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S5	E5.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC22	E5.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC23	E5.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR ROD. CALA...	E6.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUB. ROD. CALAN...	E6.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUB. ROD. ENDER...	E6.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJ. ROD. CALAN...	E6.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR DOBLAR MAT	E6.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR ROD. E1YE2	E6.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR PISADORES	E6.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR CUCHILLA	E7.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR PISADORES	E7.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
CORTE	E7.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJ. MESA DESP.	E7.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RETRAER PUNTA	E7.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR PISADOR	E7.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUB. MESA DESP.	E7.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EXTENDER CONOS	E8.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR DOBLAR MAT	E8.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC21	E8.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJ. ROD. ENDER...	E12.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RETROCEDER CAR...	E13.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SHCA	E124.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SHCL	E124.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SBC	E124.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC1	E124.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC2	E124.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BB	E124.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC3	E124.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SC	E124.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR MESA	E125.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
CARRO AVANZA	E125.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC19	E125.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC4	E125.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC5	E125.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR MESA	E125.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC6	E125.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC20	E125.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL

Figura. 4.14 Selección de variables entrada (continuación)
Fuente: Propia

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
A						
E						
M						
Contador Bobina	MW14	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Contador BInt	MW18	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte1	MW20	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte11	MW24	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte6	MW28	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
corte61	MW32	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte12	MW36	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte121	MW40	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
METROS	MW50	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2

Figura. 4.15 Selección de variables Bits internos
Fuente: Propia

Una vez activadas, las variables aparecen como listas, en las figuras 4.16, 4.17 y 4.18 se pueden apreciar algunas de ellas:

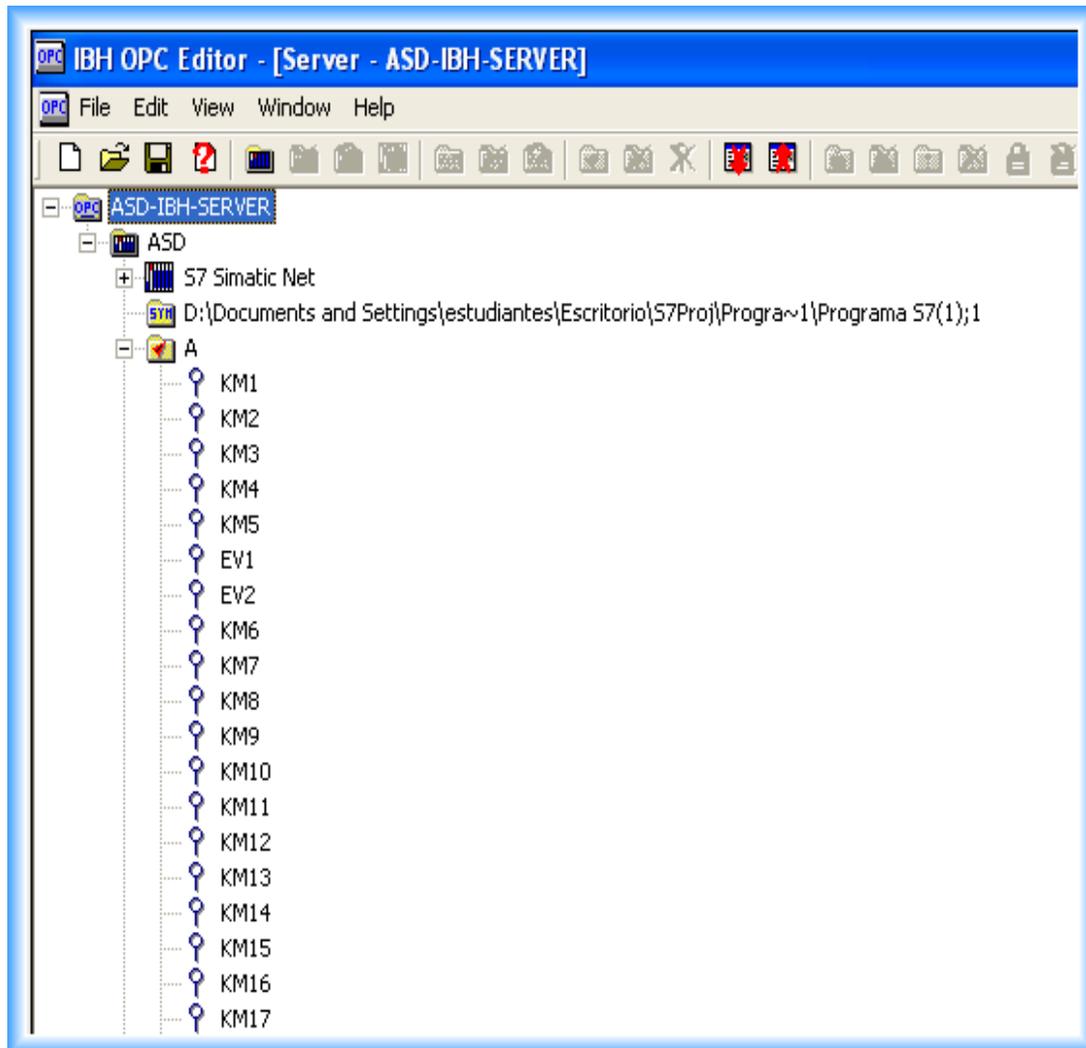


Figura. 4.16 Salidas Var. Seleccionadas
Fuente: Propia

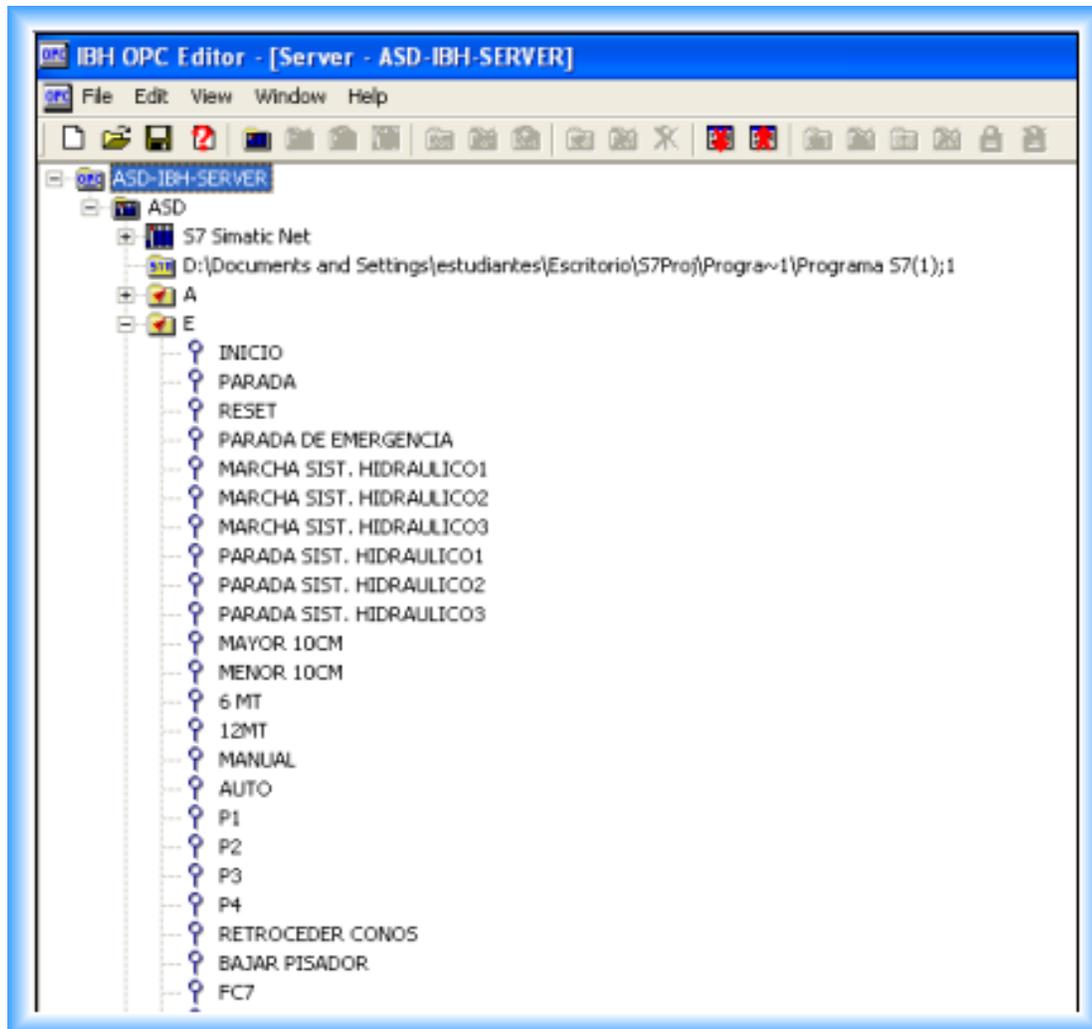


Figura. 4.17 Entradas Var. Seleccionada
Fuente: Propia

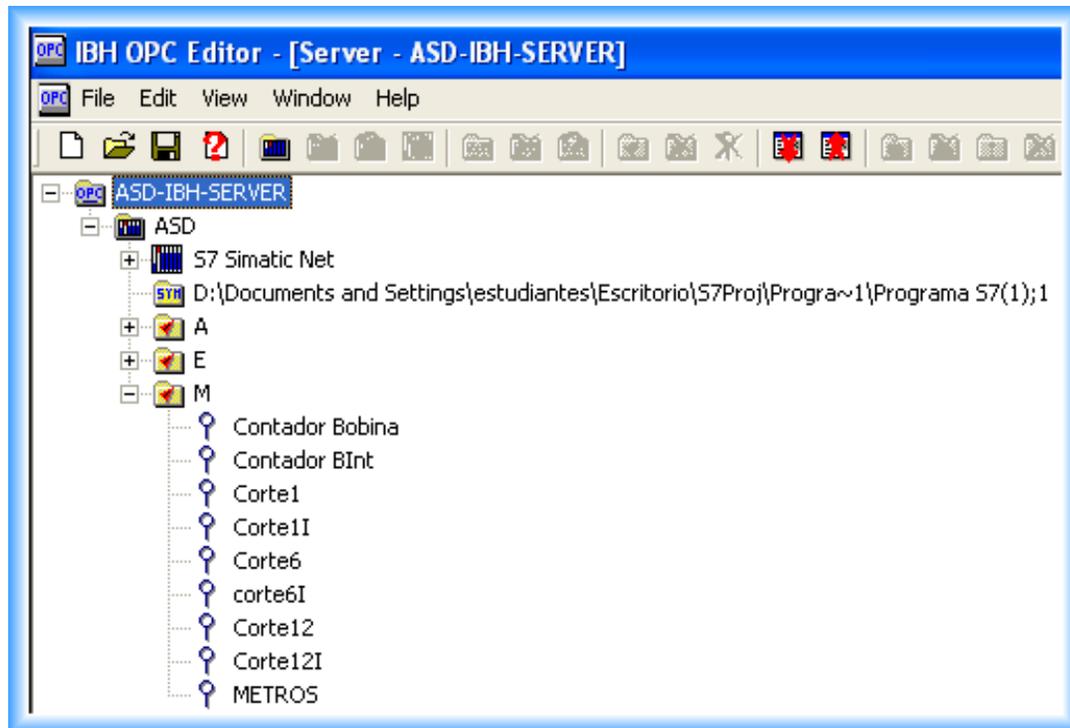


Figura. 4.18 Bits internos Var. Seleccionada
Fuente: Propia

➤ **Configuración del Quick Client:**

Para acceder al Quick Client, se debe iniciar el top server (ver figura 4.19), seguidamente se desplegará la ventana Top server – “runtime” y finalmente se realiza doble clic en el ícono, como se muestra en la figura 4.19.



Figura. 4.19 Icono top server
Fuente: Propia

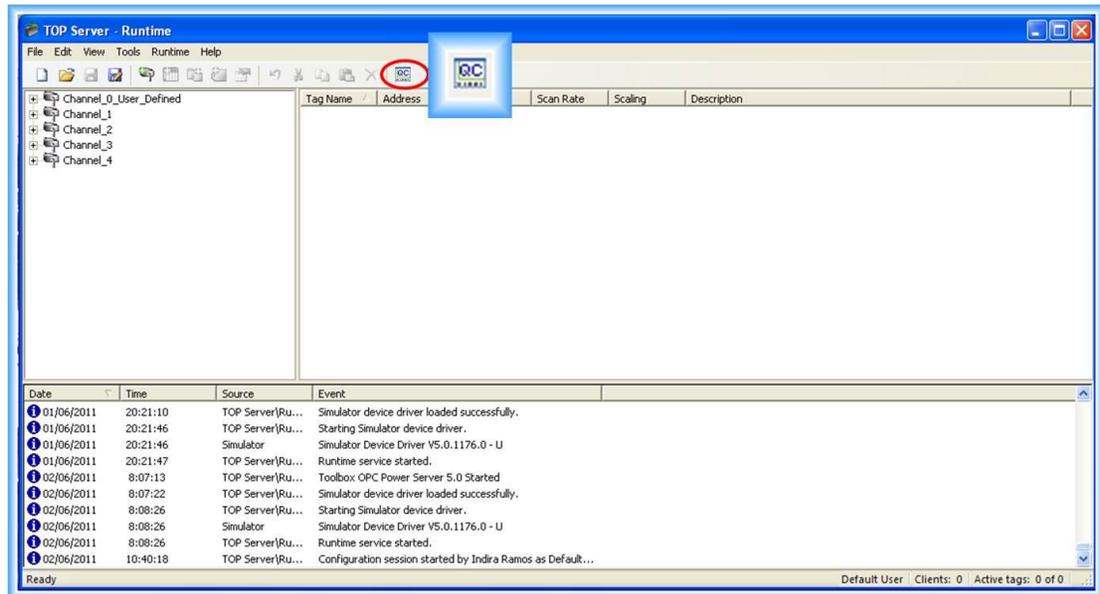


Figura. 4.20. Ventana Top server – “runtime”
Fuente: Propia.

A través del Quick Client se configuran los ítems que serán asociados con los ‘tagnames’ del Intouch de la siguiente manera: se selecciona el editor y la conexión del servidor. Luego se crea el nuevo grupo de variables y los nuevos ítems para todas las salidas y bits internos que se requieren asociar a un ‘tagname’ en el Intouch.

Para verificar que la comunicación entre el PLC y el Quick Client está establecida, los ítems deben ser reconocidos y la calidad debe ser buena (“Quality: Good”) [16], tal como se muestra en las figuras 4.21, 4.22 y 4.23.

The screenshot shows the OPC Quick Client interface for 'ASD-CLIENT.etc'. The left sidebar displays a tree view with folders for 'ASD', 'ASD.A', 'ASD.E', and 'ASD.M'. The main window contains a table with the following columns: Item ID, Data Type, Value, Timestamp, Quality, and Update Count. The table lists 24 items, all with a value of 0 and a quality of 'Good'.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
ASD.A.EV1	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV2	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV3	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV4	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV5	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV6	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV7	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV8	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM1	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM10	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM11	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM12	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM13	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM14	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM15	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM16	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM17	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM18	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM19	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM2	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM20	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM21	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM22	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM23	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM24	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2

Figura. 4.21 Estado de algunos ítems de salida creados en el Quick Client.
Fuente: Propia.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
ASD.E.EXTENDER ...	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.EXTENDER ...	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC1	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC10	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC11	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC12	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC13	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC14	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC15	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC16	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC17	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC18	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC19	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC2	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC20	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC21	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC22	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC23	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC24	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC25	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC26	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC3	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC4	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2
ASD.E.FC5	Boolean	0	10:46:38,500	Good	2

Figura. 4.22 Estado de algunos ítems de entrada creados en el Quick Client.
Fuente: Propia.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
ASD.M.Contador ...	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.Contador ...	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.Corte1	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.Corte12	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.Corte12I	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.Corte1I	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.Corte6	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.corte6I	Word	0	10:46:38,515	Good	2
ASD.M.METROS	Word	0	10:46:38,515	Good	2

Figura. 4.23 Estado de algunos ítems de bits interno creados en el Quick Client.
Fuente: Propia.

➤ **Configuración del OPC Link:**

Esta configuración permite establecer comunicación entre el SCADA Intouch y el Quick Client del Top Server y se realiza de la siguiente manera: se inicia el **OPC Link**, se abre un archivo nuevo y se crean los datos: nombre del tópico “**ASD**”, nombre del servidor OPC: **IBHSoftec.IBHOPC.DA.1** [16], como se muestra en la figura 4.23.

The screenshot shows the 'OPCLink Topic Definition' dialog box. The fields are filled with the following values:

- Topic Name: ASD
- Node Name: (empty)
- OPC Server Name: IBHSoftec.IBHOPC.DA.1
- OPC Path: (empty)
- Update Interval: 1000 ms
- Enable access to update interval:
- Poke asynchronously:
- Mode After Poke: None
- Transaction Timeout: 180000 ms
- Poke mode: Control mode, Transition mode, Full optimization
- Lifecheck Settings: Lifecheck, Timeout: 0 ms

Figura. 4.24 Ventana OPCLink Topic Definition
Fuente: Propia

➤ **Configuración de los ‘tagname’:**

En esta parte, se crearon los ‘tagname’ en el SCADA Intouch y se les asocia a los respectivos ítems. Se crean las listas de tags en el Intouch y además, se crea el access name en WindowMaker [16] y se configuran sus propiedades rellendo los siguientes campos: access, application name (OPCLink, que es el software que permite al Intouch comunicarse con el PLC), “topic name” (que es el mismo nombre del tópico creado en el OPC Link), tal como se observa en figura 4.24.

Modify Access Name

Access: STAMCO

Node Name:

Application Name: OPCLink

Topic Name: ASD

Which protocol to use:

DDE SuiteLink Message Exchange

When to advise server:

Advise all items Advise only active items

Enable Secondary Source

Buttons: OK, Cancel, Failover

Figura. 4.25 Ventana de configuración del Access Name
Fuente: Propia

A continuación se muestran algunos de los ‘tagname’ creados en el SCADA en la Figura 4.25:

Tagname	Tag Type	Access Name	Alarm Group
FC10	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC11	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC12	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC13	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC14	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC15	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC16	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC17	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC18	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC19	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC2	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC20	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC21	I/O Discrete	STAMCO	\$System

Figura 4.26 Lista de algunos ‘tagname’ creados en el SCADA
Fuente: Propia.

Una vez creado el acces name, se procede a hacer el enlace de los ‘tagnames’ con los ítems del Quick Client. Para esto se debe direccionar los datos desde el Intouch como se explica a continuación: se coloca la letra con el tipo de dato que se está direccionando, se coloca el nombre del Access Path, el cual fue definido en la configuración del IBH OPC como (nombre del PLC “ASD”) y se escribe la dirección de memoria o el nombre del ítem en el Quick Client [16], como se muestra en la figura 4.26.

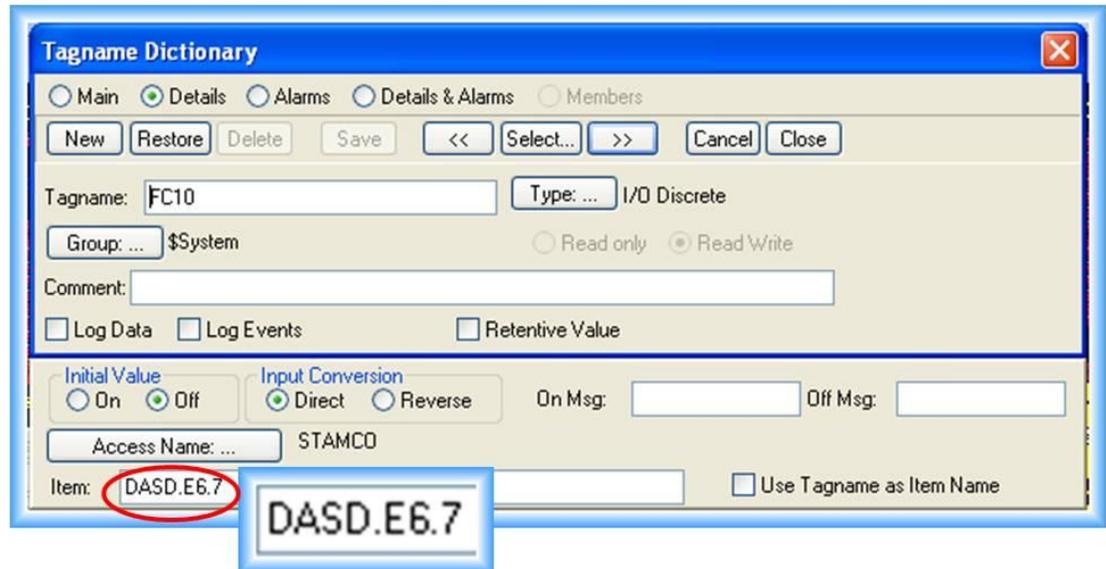


Figura 4.27 Direccionamiento de los ‘Tagname’
Fuente: Propia.

Se procede a asociar estos ‘tags’ con los ítems, con lo cual se termina el proceso de configuración de los servers y el Intouch para establecer una comunicación satisfactoria.

Una vez establecida la comunicación aparece la siguiente información en la ventana Principal del OPCLink, tal como lo indica la figura 4.28.

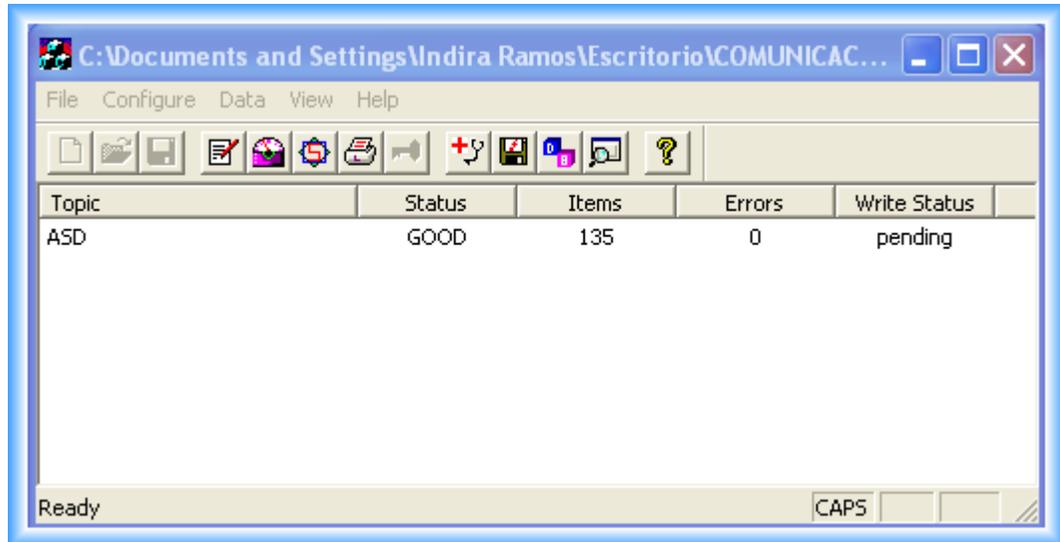


Figura. 4.28 Mensaje en la ventana principal del OPCLink
Fuente: propia



INTRODUCCIÓN

En estos tiempos la competitividad entre las empresas adquiere cada vez mayor importancia debido a los cambios tecnológicos y apertura de los mercados, por consiguiente el éxito depende de una elevada productividad y eficiencia por parte de las empresas donde la industria metalmecánica no forma parte de la excepción.

En Venezuela, la empresa Aceros Laminados C.A, es considerada como una de las compañías con el mayor índice de productividad en la industria del ramo metalmecánico del estado Cojedes, actualmente pretende agregar a su stock de procesos una línea de producción de láminas de hierro negro que permita satisfacer las demandas nacionales e internacionales mientras se realizan las mejoras a la ya existente.

La realización de este proyecto servirá de diseño para la automatización de dicho proceso, con la finalidad de sustituir temporalmente a la línea de producción existente, mientras se le realiza el mantenimiento correctivo; una vez hecho esto las dos líneas se mantendrán en funcionamiento, aumentando así la producción.

El diseño del sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A se realiza con la finalidad de ser usado para la implementación de dicho proceso. El trabajo constará de cuatro (4) capítulos, establecidos de la siguiente manera:

- ✚ Capítulo I: Esta relacionado con el problema, refiriéndose a las condiciones actuales del proceso de corte transversal de láminas de hierro negro en la empresa Aceros Laminados C.A y a la necesidad de diseñar el sistema de control y fuerza para una segunda línea que mantenga la



producción de las mismas, también se encuentran la justificación, los objetivos general y específicos de la investigación, además del alcance y limitaciones del presente trabajo.

- ✚ Capítulo II: Se presenta el marco teórico, el cual abarca desde los antecedentes que sirven de sustento para la realización de la investigación, hasta las bases teóricas relacionadas con los puntos mas relevantes, tratados en el proyecto, como lo son el funcionamiento de los controladores lógicos programables (PLC) especialmente el S7 300 de siemens, el software de programación del mismo, los sistemas SCADA y software intouch factory suite 2000 de wonderware.
- ✚ Capítulo III: lo constituye el marco metodológico, en él se especifica el tipo, diseño y metodología de la investigación, además se explica el procedimiento a seguir para cumplir con los objetivos, mediante las distintas fases.
- ✚ Capítulo IV: Se desarrolla todo lo relacionado con la simulación del proceso y la comunicación entre el PLC y el SCADA, usando el software Intouch factory suite 2000 de Wonderware, con el cual se demuestra el funcionamiento del sistema de control.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y un conjunto de anexos y apéndices que complementan la información presentada.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aceros laminados C.A, se encuentra ubicada en la zona industrial de Tinaquillo – Edo. Cojedes, es una empresa cuyo objetivo principal es la fabricación, compra – venta, distribución, comercialización y transformación de productos metal mecánico y siderúrgico, donde el principal proveedor de la materia prima (bobinas y alambrón) es la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR). Su especialidad es fabricar productos laminados en caliente así como aquellos conformados en frío, tales como: Flejes, pletinas, ángulos, cabillas, tuberías, barras, trefilado, pisa vidrio, “U” Vigueta, “U” guía, marco puerta, Omega, Onge, láminas, entre otros que son importantes para las empresas constructoras y ferreteras a nivel nacional e internacional.

Actualmente, Aceros Laminados C.A posee una línea de corte transversal que produce láminas de Hierro negro con espesores de 2 hasta 12 milímetros (mm), 6 metros (m) de longitud, ancho de 1 a 1,2 metros (m) y con un promedio mensual de ventas de 3.500 toneladas (Tn).

No obstante, la compañía desea aplicar un mantenimiento correctivo a las maquinarias que actualmente se encuentran en funcionamiento, debido a las constantes fallas eléctricas y mecánicas que se han presentado y que ocasionan la parada del proceso y pérdidas en la producción. Para ello, se plantea el montaje de la línea de producción de Hierro Negro STAMCO, con la finalidad de producir láminas con las características antes descritas y así reemplazar temporalmente la línea actual,



mientras se realizan las mejoras y mantenimiento respectivo; luego ambas funcionarán simultáneamente.

Por otra parte, la elaboración de las láminas es un proceso que se caracteriza por el corte y enderezado de la bobina y se puede resumir el funcionamiento de la Línea a implementar de la siguiente manera:

1. Se lleva la bobina, una a una, hasta los conos desenrolladores a través de grúas operadas por personal destinado para este fin.
2. El operador acciona los conos y éstos sujetan la bobina, luego acciona el pisador, que se posiciona sobre la bobina y con la ayuda de la mesa despuntadora, se guía la punta de la bobina hasta los rodillos de arrastre de la calandra.
3. Al salir de la calandra, la punta de la bobina es dirigida hacia las enderezadoras 1 y 2 respectivamente, cuya función es aplanar el material, dependiendo del espesor de la bobina, una actuará como enderezadora y la otra servirá de guía (enderezadora 1. Espesor < 10mm y enderezadora 2. Espesor > 10mm).
4. Seguidamente se produce el paso por la cizalla la cual es la encargada de producir el corte que generan las láminas.
5. Finalmente, las láminas serán compiladas en rumas y almacenadas hasta ser usadas en otros procesos posteriores para la fabricación del producto final.

En función de lo antes expuesto, es preciso el diseño del sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A de forma tal, que el nuevo proceso posea un sistema automatizado que garantice el funcionamiento correcto y eficiente de la línea,



mejorando los tiempos de producción y aumentando así, la capacidad instalada y los estándares de producción existentes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Aceros Laminados C.A, se encuentra equipada con maquinarias dirigidas a la mejora de los procesos y técnicas de fabricación de los productos. Sin embargo, estas maquinarias no se encuentran operativas debido a que la empresa no cuenta con un sistema automatizado que permita el uso óptimo de la capacidad.

Bajo esta misma perspectiva, se puede decir que el control automatizado de los procesos es primordial para mantener las exigencias del mercado actual, por lo tanto diseñar el sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO, implica para la compañía las siguientes ventajas:

1. Aumento en la producción mensual, ya que se minimiza el tiempo de trabajo.
2. Facilidad en la detección de las fallas que se presentan en las maquinarias, porque el personal de mantenimiento puede visualizar desde el monitor donde se produjo el problema.
3. Mejoras en las condiciones de trabajo, esto se traduce en seguridad para los operadores y comodidad en la realización de las actividades.
4. Oportunidad en la obtención de un programa de automatización, como lo es el SCADA (Sistema de Control Supervisorio y Adquisición de Datos), que puede ser aplicado en otras áreas de trabajo.



1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de Hierro Negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la información del proceso para establecer las variables que intervienen en él, mediante investigaciones prácticas y recopilación técnica del mismo.
- Estudiar las cargas de fuerza y de control con el fin de analizar los dispositivos que se deben colocar para el control y automatización del proceso.
- Realizar el estudio del funcionamiento y programación del controlador lógico programable (PLC), con la finalidad de realizar el programa del sistema de control.
- Elaborar los planos de fuerza y control para facilitar la futura implementación del tablero de fuerza y la automatización.
- Simular el proceso a través del Software intouch factory Suite 2000 de wonderware con el fin de comprobar el funcionamiento del sistema de control.



1.5 ALCANCE Y LIMITACIONES.

Este trabajo especial de grado abarcará el logro de los objetivos anteriormente expuestos, limitándose así, al diseño más no a la implementación de los mismos, con la finalidad de ofrecer a los empresarios de Aceros Laminados C.A una alternativa óptima para la automatización de la Línea de láminas de hierro negro Stamco.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.

- BULLA L, Claudia M y BENAVIDES R, Yarkov (2005): “**SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL PARA MPS FESTO**”, presentado ante la Facultad de Ingeniería de Diseño y Automatización Electrónica, Universidad De La Salle. Colombia, Bogotá. El objetivo principal de esta investigación se basa en implementar un sistema de monitoreo en MPS (estaciones de producción modular) FESTO, usando el sistema SCADA con la finalidad de crear un procedimiento que tenga aplicaciones dirigidas hacia la industria. La contribución que esta investigación realiza, se relaciona con el software intouch factory Suite 2000 de wonderware, la cual muestra de una manera sencilla como utilizarlo, además de brindar información relacionada con los controladores lógicos programables (PLC).
- CRUZ P, Erick A y SALCEDO, Rainier (2008): “**DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN Y MEJORAS EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ASFALTO**”, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. Principalmente este trabajo especial de grado propone diseñar un sistema de control basado en nuevas tecnologías para sustituir equipos defectuosos o antiguos mejorando la seguridad y optimizando el proceso. El aporte a esta investigación es concerniente a los antecedentes teóricos de los controladores lógicos programables (PLC).



- VIÑA, Cruz M (2005): **“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL TREN DE SECADO DE LA MAQUINA CORRUGADORA DE LA EMPRESA CARTÓN DE VENEZUELA S.A SMURFIT USANDO UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)”**, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. En el cual se realiza el sistema de control de la máquina corrugadora de la empresa Cartón de Venezuela S.A para detectar con mayor rapidez las fallas, minimizar los tiempos improductivos en la planta haciendo uso de un controlador lógico programable (PLC) SLC500 de la familia Allen Bradley (AB) y simulando el correcto funcionamiento del sistema mediante el software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware. El aporte de esta investigación se refiere a las bases teóricas tanto de los PLC como del software a utilizar para la simulación (wonderware), así como también con relación al esquema a seguir para la elaboración del proyecto.

- ORTEGA F, Roser (2009): **“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO DE SAPONIFICACIÓN”**, presentado ante la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones de Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. El proyecto comprende el diseño, construcción y puesta en marcha de un módulo didáctico, que reproduzca en todo lo posible una instalación industrial del proceso de saponificación, esta instalación se concibe con la intención de servir de herramienta didáctica que permitirá investigar algoritmos de control avanzados. El aporte de este es con relación a las bases teóricas sobre los sistemas SCADA.



- LIPORACI, Katherinne y TORREALBA, Yarlenniee (2009): **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DIDÁCTICO PARA PRÁCTICAS DE REDES CON PLC UTILIZANDO PLANTAS PILOTO DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL II”**, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. El objetivo de este trabajo especial de grado es el desarrollo de un sistema didáctico para realizar prácticas de comunicación entre autómatas, utilizando plantas piloto del Laboratorio de Automatización Industrial II. El aporte a esta investigación es formar profesionales que se adapten a las necesidades y exigencias del campo laboral, así como fomentar nuevas investigaciones que favorezcan el crecimiento del personal en un ambiente competitivo.

- DE SOUSA, Luis G. y GARCÉS C, Pedro L. (2010): **“ DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA EL DISEÑO DE LA INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN UNA PLANTA PILOTO DE DISIPACIÓN DE CALOR EN COJINETES DE UNA TURBINA A GAS”**, presentado ante la escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Carabobo. Venezuela, Edo. Carabobo. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar la ingeniería básica y de detalle para el diseño de la instrumentación y control requeridos para la puesta en funcionamiento de la planta piloto de disipación de calor en cojinetes de una turbina a gas, del Laboratorio de Energía e Hidráulica de la Universidad José Antonio Páez, Municipio San Diego, debido a la necesidad de poner en marcha dicha planta piloto para apoyar el desarrollo de las actividades de docencia, investigación y extensión que se realizan en la carrera de Ingeniería Mecánica.



2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1 RESEÑA HISTORICA.

Aceros Laminados, C.A., inicia con el nombre de EUKI, que significa “tener” en idioma vasco, e inscrita en el Registro Mercantil de la Circunscripción Judicial del Distrito Federal, el 02 de febrero de 1981, por sus actuales propietarios, los hermanos Lasa Ochoa. En sus inicios, su producción consistía en la construcción de calderas, tanques de grandes dimensiones, conductores, containeres y estanterías. El 25 de febrero de 1986, cambia de domicilio, trasladándose a la ciudad de Tinaquillo, Estado Cojedes, gracias a los recursos aportados por Corpoindustria, a través de un crédito, lo cual les permite adquirir un galpón con un área de 4.884 m² y un área techada de aproximadamente 2.000 m². Dos años después en 1988, le fue cambiada la denominación social EUKI por la de Aceros Laminados C.A., para inicio de las operaciones en el galpón 14, en febrero de 1986 se instaló una máquina enderezadora de pletinas de ½”, donde el corte era de 3 m, luego fue ampliado a 6 m, debido a que era más útil el corte de 6 m que el de 3 m.

En la actualidad cuenta con 13 galpones totalmente techados, encontrándose Aceros Laminados desde la parcela E-11 hasta la E-14 y ampliándose desde la D-13 hasta la D-17. A través de los últimos años han tenido un incremento positivo, lo que ha requerido la adquisición de nuevos equipos y maquinarias con tecnología de punta como BM ELECTRONICA, SIEMENS, TELEMECANIQUE, entre otras, los cuales se encuentran distribuidos en los 13 galpones a que se hizo referencia anteriormente. Cuando la Empresa se inició contaba con una fuerza laboral de seis personas, mientras que actualmente cuenta con 330 personas en total. Aceros Laminados C.A., cuenta con filiales, distribuidoras y vendedoras de sus productos a nivel nacional e



internacional, lo cual exige que la misma enfrente constantes cambios, en cuanto a la estructura organizativa y física de la planta.

2.2.2 MISION

Aceros Laminados, C.A., se dedica a la búsqueda del mejoramiento del sistema de calidad para satisfacer a sus clientes y alcanzar un nivel de excelencia y competitividad en el mercado.

2.2.3 VISION

Aceros laminados, C.A. pretende seguir siendo una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación de productos de calidad para la construcción y herrería, por medio de un mejoramiento continuo y personal calificado para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, incluyendo el compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad.

2.2.4 VALORES

La base fundamental no es más que la responsabilidad, seriedad y confiabilidad de la gestión de la organización, considerando de suma importancia la ética en cuanto a la relación con sus respectivas carteras de clientes y proveedores. La organización se preocupa por garantizar óptimas condiciones de trabajo a sus empleados, valorando la iniciativa y liderazgo en base a los resultados.



2.2.5 POLITICA DE CALIDAD.

- Satisfacer las necesidades y expectativas del stock de clientes internos y externos a través de la mejora continua de la gente, métodos, equipos y materiales, sorprendiéndolos a través de productos innovadores seguros y de alta calidad, mediante el mejoramiento continuo de los procesos.
- Obtener una mejora de la productividad para lograr una mayor participación en los mercados nacionales a través de un sistema de calidad orientado en el mejoramiento continuo del nivel de vida de los trabajadores y la conservación del medio ambiente.

2.2.6 PRODUCTOS FABRICADOS.

Estos pueden clasificarse de la siguiente manera:

1. Productos planos.

1.1 Láminas.

- 1.1.1 Láminas de Hierro Pulido (HP).
- 1.1.2 Láminas de Hierro Negro (HN).
- 1.1.3 Láminas Estriadas.
- 1.1.4 Láminas decapadas y aceitadas.
- 1.1.5 Láminas aceral.
- 1.1.6 Lámina galvanizada lisa.
- 1.1.7 Lámina corrugada.

1.2 Flejes.

1.3 Pletinas.

2. Productos no planos.



2.1 Ángulos.

2.2 Cabillas.

2.3 Tubería.

2.3.1 Tubo cuadrado HP – HN

2.3.2 Tubo rectangular HP – HN

2.3.3 Tubo redondo HP – HN

2.3.4 Tubo estructural.

2.3.5 Tubo ventilación

2.3.6 Tubo galvanizado ISO II

2.4 Barras.

2.4.1 Barra cuadrada.

2.4.2 Barra redonda.

2.5 Trefilado.

2.6 Perfiles Frío.

2.6.1 “U” Guía, Pisa vidrio, “U” Vigüeta, marco puerta, Omega, Onge.

2.2.7 CONTROL DE CALIDAD.

La empresa, se rige bajo las siguientes normas:

- ❖ ASTM 500 para tubos de hierro negro.
- ❖ ASTM 66 para tubos de hierro pulido.
- ❖ Normas ACELACA:
 - COVENIN 304.
 - COVENIN 556.



- COVENIN 853.
- COVENIN 854.
- COVENIN 1366.

Actualmente se está optando por la obtención de la norma ISO 9000. 2000

2.2.8 FILIALES.

Aceros Laminados C. A., cuenta filiales distribuidoras y vendedoras como:

- Hierro Cojedes.
- Hierro Cojedes Barinas.
- Hierro San Félix.
- Hierro Cojedes Maracay.
- Hierro Cojedes Valencia.
- Acero Ganga (Barcelona).
- Hierroganga (Maracay).
- Aceros Laminados Zonfipca.
- Gangahierros
 - Gangahierros la Blanquera (Valencia).
 - Gangahierros Zona Industrial (Valencia).
 - Gangahierros Tinaquillo.



2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El proceso se divide en tres etapas, carga, enderezado y corte de la bobina de trabajo y se describe de la siguiente manera:

ETAPA I: Carga de la bobina.

1. El operador debe ubicar en fila un aproximado de 4 bobinas.
2. El carro porta bobina (CPB) mostrado en la figura 1, debe estar ubicado debajo de la primera bobina que esté en la fila, tal como se observa en la figura 2.
3. Al momento de iniciarse el proceso, el CPB debe subir una mesa para cargar la bobina, una vez hecho esto se traslada hasta los conos desenrolladores.
4. Al llegar a los conos estos deben extenderse para sujetar la bobina, y luego la mesa del carro volverá a su posición inicial y este regresará a posicionarse sobre la siguiente bobina.
5. Estos 4 pasos se repiten cada vez que se requiera el cambio de bobina
6. El operador debe cortar el fleje que asegura la bobina.
7. Se verifica si la punta del fleje se encuentra en la posición correcta para desenrollar, de no ser así se hacen girar los conos hasta ubicar la posición idónea.
8. Inmediatamente baja el pisador y se coloca sobre la bobina de trabajo, se sube la mesa despuntadora y una vez arriba se extiende la punta para guiar el fleje.
9. Se hace girar los rodillos del pisador y con ayuda del operador se hace pasar la punta del fleje por los rodillos de arrastre en la entrada de la calandra.

A continuación se muestra la representación grafica del sistema de transporte de las bobinas

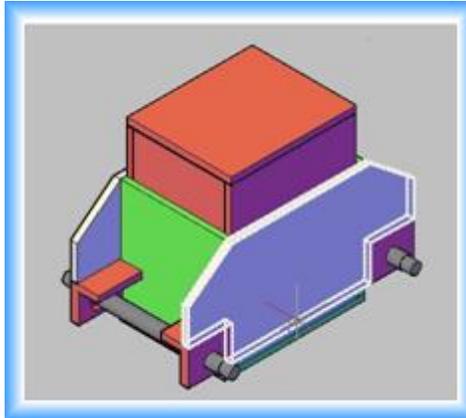


Figura. 2.1 Carro Porta Bobina
Fuente: Cortesía de Aceros Laminados C.A

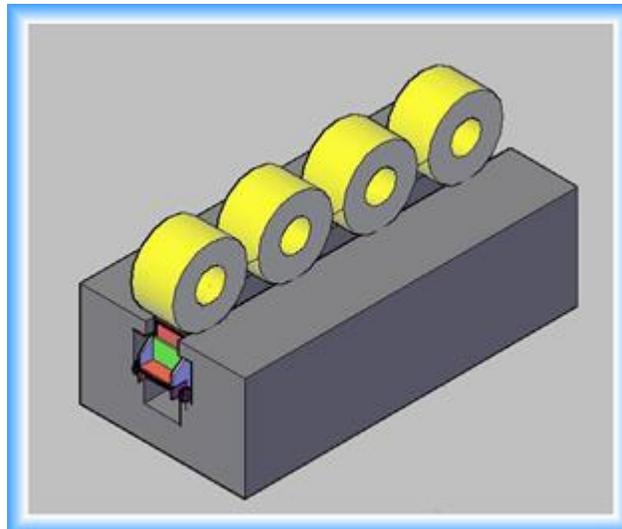


Figura. 2.2 Zona de entrada
Fuente: Cortesía de Aceros Laminados C.A



ETAPA II: Enderezado.

1. Los rodillos de arrastre en la entrada de la calandra comienzan a girar, al igual que los rodillos inferiores situados en el medio de la calandra, si es necesario el rodillo superior de la calandra bajará para doblar el material si este tiene algún imperfecto.
2. A la salida de la calandra se encuentra la enderezadora 1 que maneja espesores menores de 10mm y luego la enderezadora 2 que trabaja para espesores mayores a los 10mm, cuando una de la dos ejerce la función de enderezadora (aplanar el material) la otra sirve de guía.
3. Las características de las enderezadoras son iguales, al igual que el principio de funcionamiento, variando solo el tamaño y grosor de los rodillos. Constan de 3 rodillos inferiores los cuales giran para mover el material, y cuatro superiores que bajan y suben para aprisionar la lámina. En la enderezadora 1 se bajan o suben los rodillos de forma manual a través de 3 tornillos sin fin, los rodillos inferiores de la misma y los rodillos superiores e inferiores de la enderezadora 2 son accionados a través de motores eléctricos.

ETAPA III: Corte.

1. La hoja de la cuchilla debe subir para que la lamina pase a través de ella, esto lo realiza mediante dos (2) cilindros ubicados a los extremos.
2. Una vez que se obtenga la longitud deseada (6 o 12 mt), se deben parar todos los rodillos de arrastre (calandra, enderezadora 1 y 2), y se bajan los 8 pisadores de la cizalla para presionar la lámina en el momento del corte.

3. Inmediatamente después se baja la cuchilla para realizar el corte, luego se sube la cuchilla, los pisadores y se reanuda el movimiento de todos los rodillos de arrastre.

En la Figura 2.3, se muestra la distribución de las máquinas en el proceso.

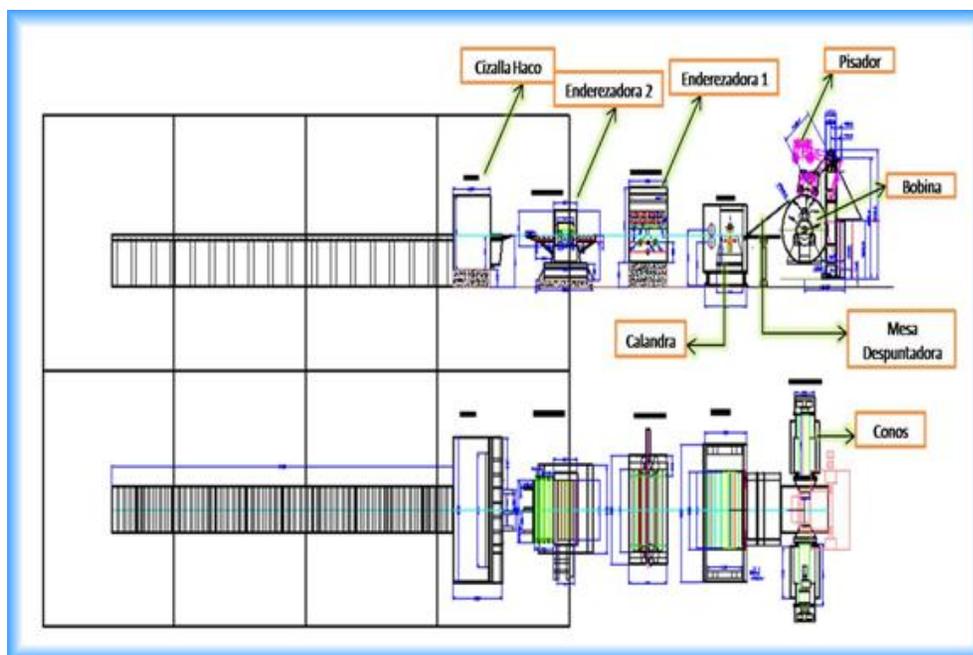


Figura. 2.3 Ubicación de maquinarias.
Fuente: Cortesía de Aceros Laminados C.A

2.4 HISTORIA DE LOS PLC's.

El desarrollo de los controladores lógicos programables (PLC's) fue dirigido originalmente por los requerimientos de los fabricantes de automóviles y los constantes cambios de los sistemas de control en sus líneas de producción, ya que anteriormente requería de un intenso re-alambrado de bancos de reveladores lo cual



resultaba muy costoso, y fue entonces cuando las compañías automotrices, tras la aparición de los dispositivos de estado sólido retaron a los fabricantes de control a cambiar el control lógico sin necesidad de re-alambrar todo el sistema.

En 1968 nacieron los primeros PLC's, los cuales debían ser fácilmente programables, tener un tiempo de vida largo, trabajar bajo entornos adversos, entre otros, en la década de los 70's con la aparición del microprocesador, adquieren más capacidad de memoria, posibilidad de entradas/salidas remotas, analógicas y numéricas, funciones de control de posicionamiento, aparición de lenguajes con mayor número de instrucciones y desarrollo de comunicaciones con otros ordenadores.

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional-integral-derivativo (PID), además de comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

2.4.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).

Es la primera máquina con lenguaje, es decir, un calculador lógico cuyo juego de instrucciones se orienta hacia los sistemas de evolución secuencial, también se puede definir como un dispositivo de estado sólido usado para controlar la operación de máquinas o procesos por medio de un programa almacenado en su memoria y la lectura/actualización de sus entradas/salidas. Las salidas pueden actuar sobre motores eléctricos, válvulas, ventiladores e interruptores de luz, entre otras. Mientras que las señales de entrada suelen estar generadas por pulsadores o sensores de diversos tipos



como finales de carrera, transductores de temperatura, presión, u otras magnitudes físicas.

2.4.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO.

Consiste básicamente en:

- **Módulos de entradas:** Una entrada es capaz de aceptar una gran diversidad de señales analógicas o digitales de varios dispositivos (sensores) y los convierte en una señal lógica que podrá ser usada por el CPU.
- **CPU:** Es la encargada de tomar las decisiones y de ejecutar las instrucciones de control basada en las instrucciones del programa de memoria.
- **Módulos de salidas:** convierte las instrucciones de control de la CPU en una señal digital o analógica que se puede usar para controlar los elementos primarios o finales de control (actuadores).
- **Dispositivo de programación:** se utilizan para introducir las instrucciones que especifican lo que debe hacer el autómata según una entrada en particular.

La interacción entre estos dispositivos, se puede observar en la figura 2.4:

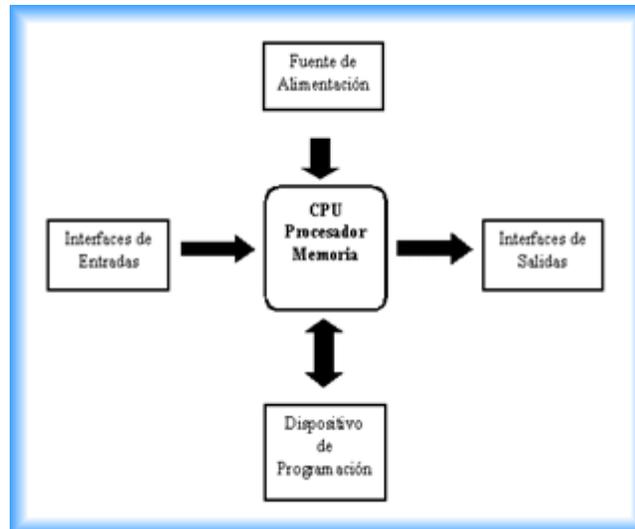


Figura. 2.4 Estructura del Controlador Lógico Programable.
Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

2.4.3 CLASIFICACIÓN DE PLC.

Existe una gran variedad de PLC, que se distinguen uno de otro por sus funciones, aspecto físico, capacidad y otros, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **PLC tipo Nano:** Generalmente de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O digitales, generalmente en un número inferior a 100 y algunos módulos especiales.
- **PLC tipo Compactos:** Estos tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:



- Entradas y salidas analógicas.
- Módulos contadores rápidos.
- Módulos de comunicaciones.
- Interfaces de operador.
- Expansiones de I/O

➤ **PLC tipo Modular:** Existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O, se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack.
- Fuente de Alimentación.
- CPU.
- Módulos de I/O [5].

2.4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC's.

2.4.4.1 VENTAJAS.

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
 - No se precisa simplificar las ecuaciones lógicas, debido a que generalmente la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
 - La lista de materiales queda sensiblemente reducida.



- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismo autómatas pueden detectar e indicar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta de funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata será útil para otra máquina o sistema de producción.

2.4.4.2 DESVENTAJAS.

- Requiere de un programador, lo que obliga a adiestrar algunos técnicos.
- El costo inicial puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo; es conveniente que el proyectista conozca al PLC tanto en sus ventajas como en sus limitaciones.

2.4.5 SIMATIC S7 300 DE SIEMENS.

El mini autómatas de SIEMENS el cual se muestra en la figura 2.5, fue ideado especialmente para aumentar el ritmo y disminuir sensiblemente los tiempos de ciclo y de respuesta y así aumentar la calidad del proceso, adicionalmente asegura la adquisición y tratamiento de señales (analógicas o digitales) a cualquier velocidad y en cualquier forma en que se presenten.



Figura. 2.5. PLC Simatic S7 300 de Siemens.

Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

Características.

- De aplicación flexible gracias a la posibilidad de realizar estructuras descentralizadas e interconexiones por red.



- Instalación simple y sin necesidad de ventilación.
- Ampliable sin problemas en el caso de que aumenten las tareas.
- Alta potencia de cálculo con hasta aritmética de 32 bits en coma flotante e interfaces multipunto o puerto MPI
- Posee una CPU cuya velocidad es 100 veces mayor a las convencionales (la más potente de sus 5 CPU no necesita más de 0,3 ms para ejecutar 1024 instrucciones binarias y no mucho más al procesar palabras).
- Una Memoria de programa de 16K instrucciones de capacidad máxima, 1024 entradas/salidas digitales y 32 módulos dentro de un solo sistema (para tareas especiales se ofrecen módulos específicos).
- El lenguaje de programación se realiza bajo el entorno de Windows.

2.4.6 IDENTIFICACIÓN Y FUNCIONES.

En la figura 2.6 se identifican las diferentes partes del Simatic S7 300 y sus funciones, a continuación se definen algunas de las más relevantes:

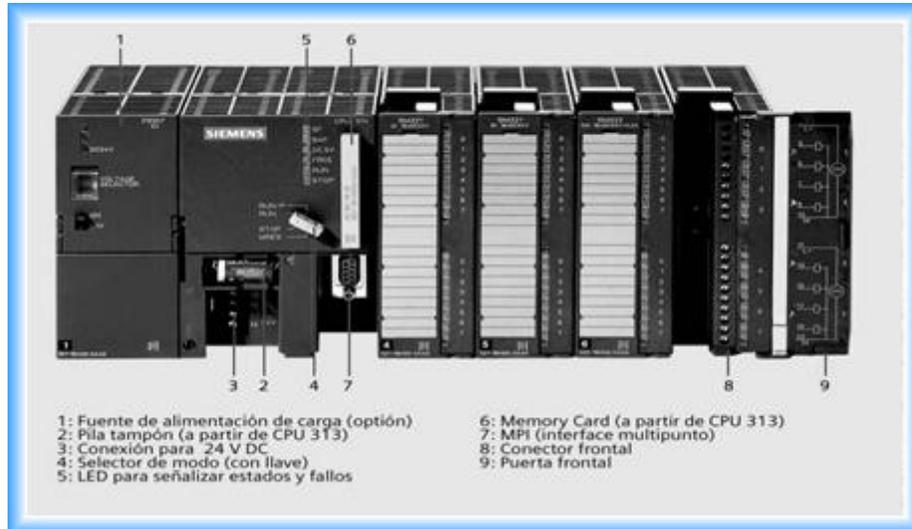


Figura. 2.6. Partes del PLC Simatic S7 300 de Siemens.

Fuente: Catálogo Simatic S7 300 de Siemens

- **Pila Tampón (a partir de CPU 313):** Su función es mantener el programa en caso de fallo de alimentación y tiene una autonomía de un año.
- **LEDs de indicación de estado y error:** Muestran el modo de operación que tiene actualmente el autómata o indican si se ha producido un error, en la tabla 2.1 se muestra el estado de operación.

**Tabla. 2.1: Led y estado de operación**

LED's	LED Y ESTADO DE OPERACIÓN
SF (rojo)	Indica un error de hardware o de software
BATF (rojo)	Indica error de batería
DC5V (verde)	Indica que la alimentación 5V para CPU y el bus S7-300 se encuentra en orden.
FRCE (amarillo)	Petición de forzado permanentemente activada
RUN (verde)	CPU en RUN. El LED parpadea en arranque a 1Hz, en parada a 0,5Hz.
STOP (amarillo)	CPU en STOP, paro o arranque, el LED parpadea cuando aparece una petición de borrado total.

Fuente: Tesis de Máster en Ingeniería Electrónica.

- Fuente de alimentación de carga.
- Conexión de suministro de corriente y toma de tierra.
- **Conector de 9 “pins” para interface MPI (Interfaz Multipunto):** Es necesario un adaptador específico MPI Siemens, con interface física RS-485 para dicha conexión. Éste es común para toda la serie de CPU S7-300.
- **Entradas/salidas integradas:** Dispone de dos módulos de entradas y salidas integradas:
 - Slot X1: 4 entradas 24V especiales (alta velocidad)
4 entradas analógicas (4 a 20 mA)
1 salida analógica (1 a 10V o 4 a 20mA, según cableado)
 - Slot X2: 16 entradas digitales 24V
16 salidas digitales 24V (0,5A)

Es posible instalar otros módulos de expansión de entrada/salida, montados sobre el rack Siemens y unidos mediante los conectores suministrados por el fabricante a tal efecto.

- Memory card (a partir de la CPU 313).
- **Selector de modo (con llave):** en la tabla 2.2 se muestra como puede operar el PLC en los siguientes modos por selección hardware mediante llave.

Tabla 2.2. Modo de operación

POSICIÓN	MODO DE OPERACIÓN
STOP	La unidad no ejecuta el programa que tiene en memoria. En este estado no es posible transferir programa a la unidad, por lo tanto no se puede modificar.
RUN	La unidad ejecuta el programa que tiene en memoria. En este estado no es posible transferir programa a la unidad, por lo tanto no se puede modificar.
RUN-P	La unidad ejecuta el programa que tiene en memoria. Es la única posición en la que es posible transferir programa.
MRES	Esta posición borra el programa de la CPU.

Fuente: Tesis de Máster en Ingeniería Electrónica.



2.4.7 UNIDADES DE CONTROL DEL SIEMENS S7 300.

El S7 300 posee cinco (5) unidades de CPU's, los cuales permiten distintas exigencias, tales como: módulos de entradas y salidas analógicas y digitales, módulos de función de contaje rápido, posicionamiento de lazo abierto y lazo cerrado, así como módulos de comunicación para el acoplamiento a redes en bus.

Características generales.

- Los cinco ofrecen hasta 2048 marcas, 128 temporizadores y 64 contadores.
- Según el tipo de CPU, una parte de ellos o su totalidad puede hacerse remanente, es decir, no volátil.
- La salvaguarda y gestión de datos está asegurada por una memoria especial exenta de mantenimiento y que funciona sin pila (depende del tipo de CPU).
- La simplicidad de diagnóstico: Los datos de diagnóstico de todo el autómata están fijamente almacenados en la CPU (hasta 100 avisos). Estos datos pueden consultarse centralizadamente en la CPU, ya que todos los módulos relevantes son accesibles vía interfaces MPI de ésta.
- Realiza automáticamente el registro de la hora y la memorización de los fallos.
- En una configuración de PLC en red, el puesto central de mando puede acceder directamente a cualquier CPU y a cualquier módulo de función, a cualquier panel de operador y a cualquier procesador de comunicaciones de la red, todo ello sin hardware ni software adicional.
- El sistema de diagnóstico inteligente de la CPU se activa al reemplazar un módulo.

En la tabla 2.3 se realiza una descripción de los distintos CPU's

Tabla. 2.3. Unidades de control

CPU	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	CPU 312 IFM	<p>Este es capaz de procesar 1024 instrucciones binarias en 0,6 ms. Es la solución óptima para aplicaciones que requieren funciones simples como contaje y medición de frecuencias.</p> <p>Para tareas sencillas no hay más que usar la función Contador con dos canales para contar atrás y adelante (el contador puede contar señales de hasta 10 KHz y tiene un ancho de banda de 32 bits).</p> <p>Puesto que ésta CPU lleva incorporada una memoria para el programa de usuario, (E)EPROM y dispositivos de respaldo sin pilas, no necesita mantenimiento alguno.</p>
	CPU 313	<p>Es similar al CPU 312 IMF con la diferencia de que tiene el doble de memoria. Además permite guardar el programa en una Memory Card, con lo cual éste autómata tampoco requiere mantenimiento.</p>
	CPU 314	<p>Ejecuta el programa al doble de velocidad, es decir, en 0,3 ms. Por 1K de instrucciones binarias.</p> <p>Tampoco hay peligro de perder datos pues también permite guardar el programa en una Memory Card tipo Flash-EEPROM.</p>
	CPU 315	<p>Tiene la misma rapidez que la CPU 314 (1K de instrucciones al bit en 0,3ms.), pero dos veces mas de memoria (48 Kbytes), es decir, para mas de 16.000 instrucciones.</p> <p>También contiene una memoria Flash del tipo EPROM que le permite salvaguardar los datos. Además, el reloj está asociado a un acumulador de energía enchufable dotado de una reserva de marcha de 4 semanas en caso de falla de la red.</p>

Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC)

Tabla. 2.3. Unidades de control (continuación)

CPU	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	CPU 315-2DP	Si configuramos el S7-300 con ésta CPU, es posible extender el autómata a 64 estaciones DP (periferia descentralizada), totalizando más de 1000 entradas/salidas a varios kilómetros de distancia y con puertos abiertos y normalizados. Esta posibilidad que brinda el CPU 315-DP, confiere una flexibilidad total, ya que permite la libertad de direccionamiento de entradas/salidas centralizadas y descentralizadas.

Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

2.4.8 MONTAJE E INTERCONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.

Para la interconexión de módulos, éstos llevan incorporados el bus posterior (de fondo de panel), lo que significa que no hay más que enchufar los conectores de bus suministrados en la parte posterior de la carcasa y así, todos los módulos quedarán correctamente interconectados, tal y como se muestra en la figura 2.7. Además, si se requiere montar una CPU o cambiar solamente un módulo, oprimiendo un pulsador se suelta el conector frontal, quedando a la vista el esquema de conexiones del módulo; por otra parte, los conectores frontales están codificados por lo que resulta imposible enchufarlos accidentalmente en un módulo equivocado.

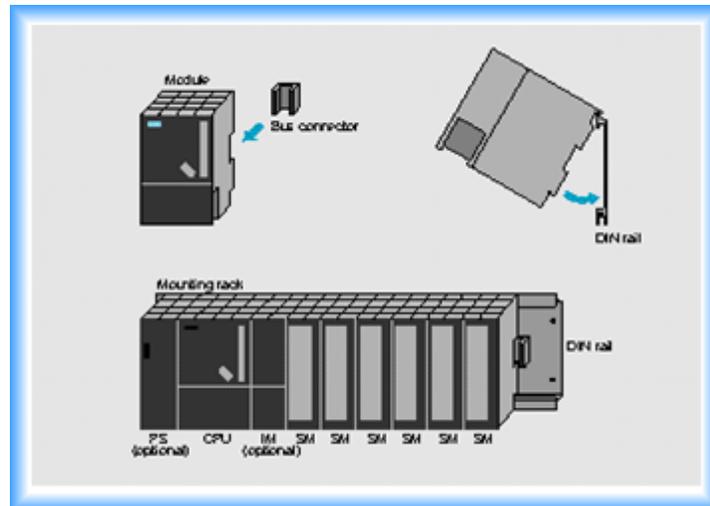


Figura. 2.7. Bus conector.

Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

SITOP: es el sistema de precableado que se compone solamente de elementos pasivos, tales como conectores frontales, cables planos en vaina redonda, bloques de bornes, el cual resulta ventajoso ya que este sistema permite establecer conexiones a 1, 2 ó 3 hilos con toda facilidad y evitar errores en el cableado, siendo especialmente útil cuando los módulos E/S y los sensores y actuadores conectados se encuentran a una distancia de 30 m como máximo.

La CPU permite montar 256 entradas/salidas digitales en un sólo perfil, donde en la fila central sólo caben 8 módulos de E/S además de la CPU, pueden emplearse otras cuatro filas usando los módulos de interconexión, también llamados interfaces (IM). Estos se encargan por sí solos de comunicar las demás filas, incluso salvando las distancias de hasta 10 m.

Los módulos de interconexión son dos: IM360 e IM361. El IM360 se monta en la fila central y por cada fila adicional se coloca un IM361, respectivamente, en la figura 2.8 la conexión de estos módulos.

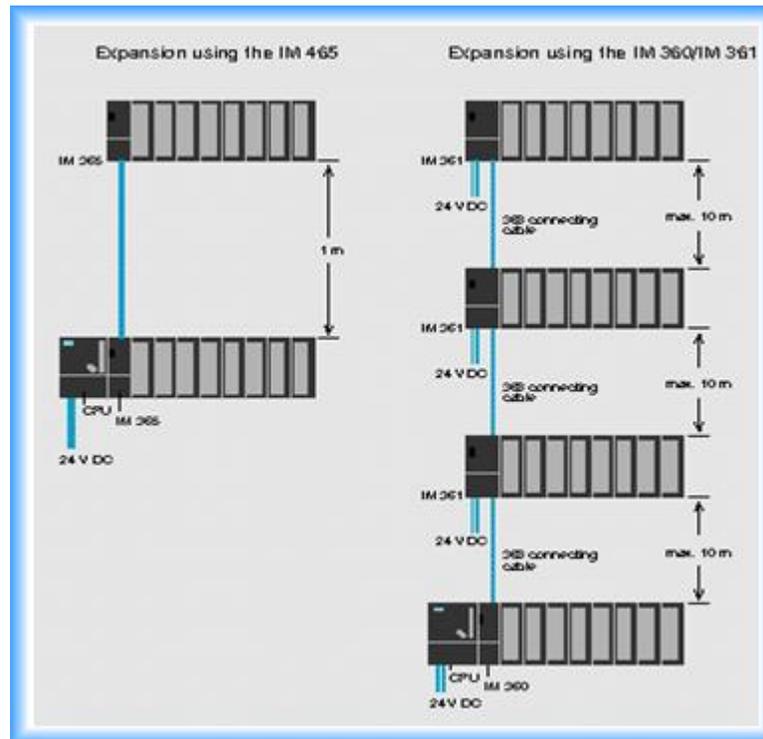


Figura 2.8 Módulos de Interconexión (IM).
Fuente: Seminario Controladores lógicos programables (PLC).

Ventajas:

1. **Pueden ser instalados 32 módulos en 4 racks:** un total de 3 racks de expansión pueden ser conectados al rack central. Ocho módulos pueden ser conectados en cada rack.



2. **Módulos de conexión vía interfaces:** cada rack tiene su propio módulo de interfaces. Este es siempre conectado en la ranura adyacente al CPU.
3. **Instalación separada:** los racks individuales pueden ser instalados también en forma separada. La distancia máxima entre racks es de 10m.
4. **Distribución versátil:** los racks pueden ser instalados horizontalmente o verticalmente, de manera de obtener la distribución óptima en el espacio del que se dispone.

2.4.8.1 TIPOS DE MÓDULOS DISPONIBLES.

Este autómata trata las señales a medida que se van presentando ya sean entradas o salidas analógicas o digitales.

- **Módulo de entradas digitales (24V):** Las señales de entrada son transformadas a señales de baja tensión para, en una etapa posterior, aislarlas galvánicamente de la CPU. Una sección del acondicionamiento de entrada se encarga de mostrar el estado de la señal a través de un LED.
- **Módulos de salidas digitales (24V):** Las señales de salida determinadas por la CPU se aíslan galvánicamente de los circuitos de salida. Luego un convertidor de potencia transforma las señales en otras de mayor potencia aptas para mover los actuadores externos, suministrando una corriente de hasta 0,5A.
- **Modulo de entradas analógicas:** Estas entradas pueden cablearse tanto como entradas de tensión (0-10 V) como entradas de corriente (0-20mA). Las



señales de entrada analógica son muestreadas por un multiplexor que envía las muestras a un convertidor analógico-digital que asigna un valor a cada nivel de señal. Este valor es enviado a la CPU pasando antes por un separador galvánico.

- **Módulo de salida analógica:** Esta salida puede cablearse como fuente de tensión (0-10 V) o de corriente (0-20mA). El valor de salida determinado por la CPU es enviado a través de un separador galvánico a un convertidor digital-analógico. Posteriormente la señal es amplificada para poder actuar sobre los elementos externos correspondientes.
- **Módulos económicos:** Este módulo es especial cuando el factor económico es fundamental. Tiene una resolución de 8 bits, convierte señales analógicas en digitales y viceversa, y está dotado de 4 entradas y 2 salidas.
- **Módulos de función para tareas especiales:** Son módulos de contaje rápido que superan el ámbito de los 100 kHz y son idóneos para medir frecuencias, procesar los valores medidos, medir revoluciones o longitudes, así como para realizar tareas de posicionamiento.
- **Módulo de simulación:** Este módulo se utiliza para comprobar el programa de aplicación antes de poner el sistema en marcha, o durante su funcionamiento. Este módulo permite simular señales de sensores mediante interruptores y averiguar los estados de señal de las salidas por medio de indicadores LED. Se monta en lugar de un módulo de E/S digitales.



- **Módulo de suministro de energía:** Este módulo es la fuente de alimentación del autómatas que transforma la tensión externa de suministro en la tensión operativa interna. Las tensiones de alimentación posibles para el S7-300 son: 24 VCC, 115 VCA o 230 VCA.
- **Módulos de interconexión o interface:** Estos módulos permiten la comunicación entre los distintos racks. Se encuentran IM360, IM361, IM 365.

2.4.9 VENTAJAS DEL S7-300.

El PLC ofrece algunas ventajas de hardware y software que aumentan su flexibilidad, tales como:

- **Contadores de alta velocidad:** Diseñados para contar a mayor velocidad que el autómatas programable, son capaces de detectar eventos, pudiendo contar tres trenes de impulsos simultáneamente y cambiar el sentido de cómputo.
- **Protección con contraseña:** Permitiendo el usuario definir su propia contraseña se puede prevenir el acceso no autorizado a las funciones y a la memoria del autómatas programable.
- **Función de forzado:** Forzar entradas y salidas aunque no estén presentes en el programa; puede utilizarse en modo RUN o STOP.
- **Modo Freeport:** El usuario puede definir desde el esquema de contactos los parámetros para las interfaces de comunicación, lo que permite ampliar las posibilidades de conexión con otras unidades inteligentes, tales como impresoras, lectores de códigos de barras, balanzas, etc.



- **Marcas especiales:** Se trata de bits de datos internos que ejecutan funciones de estado y control entre el sistema y el programa.
- **Direccionamiento simbólico:** Permite utilizar en el programa un nombre simbólico asignado a un punto de E/S como operando.
- **Libre mantenimiento:** El condensador de alto rendimiento hace superfluo el uso de pilas para respaldar los datos en la memoria.

2.4.10 APLICACIONES DEL S7-300

Las áreas de aplicación del SIMATIC S7-300 incluyen:

- Sistemas de transporte.
- Controles de entrada y salida.
- Sistemas de elevación.
- Líneas de ensamblaje.
- Sistemas de embalaje.
- Máquinas expendedoras.
- Controles de bombas.
- Mezclador.
- Equipos de tratamiento y manipulación de material.
- Maquinaria para trabajar madera.
- Paletizadoras.
- Máquinas textiles.
- Máquinas herramientas, entre otros.



2.4.11 MECANISMOS DE COMUNICACIÓN.

El SIMATIC S7-300 tiene varios mecanismos de comunicación:

1. Intercambio cíclico del conjunto de datos entre redes de CPU mediante la comunicación global de datos. Esto permite a un CPU acceder a la memoria de datos de otra CPU. La comunicación global de datos solo puede ser enviada vía interfaces multipunto (MPI).
2. Comunicación de resultados transmitidos por las redes utilizando bloques de comunicación.

En particular el S7-300 de Siemens viene dotado con 3 interfaces para trabajar en equipo o red, ellos son:

- **El M.P.I. (Interface Multi Punto):** Con éste puerto se puede comunicar fácilmente a distancias reducidas sin requerir módulos adicionales, por ejemplo hacia equipos de M+V (manejo + visualización), unidades de programación y otros autómatas S7-300 o S7-400 para probar programas o consultar valores de estado, se pueden enviar datos a 4 distintos aparatos al mismo tiempo y utilizando siempre el mismo puerto a una velocidad de 187,5 Kbits / seg o 187,5 Baudios. Para pequeñas redes de comunicación o pequeños volúmenes de datos la CPU ofrece el servicio de Datos Globales, que permite intercambiar cíclicamente cantidades de datos en paquetes de hasta 22 bytes como máximo, la distancia máxima entre dos estaciones o nudos de red de MPI adyacentes son: 50 metros (sin repetidores); 1100 metros (con dos repetidores); 9100 metros (con más de 10 repetidores en serie); por encima de los 500 Km. (cable de fibra óptica, con módulos de conexión ópticas), posee capacidad de expansión: los componentes comprobadores de



campo son usados para configurar la comunicación de interface multipunto: cables LAN, conectores LAN y repetidores RS485, desde el PROFIBUS y la línea de productos de entradas/salidas distribuidas.

- **El P.P.I. (Interface Punto por Punto):** Esta interface permite la comunicación del dispositivo con otros tales como: módems, scanners, impresoras, controladores programables SIMATIC S7 y S5, situados a una cierta distancia del PLC. La conexión puede ser establecida económicamente y convenientemente por medio del procesador de comunicaciones CP 340. Existen varios protocolos disponibles por debajo de las tres interfaces de conexión:
 - 20 mA (TTY)
 - RS 232 C/V.24
 - RS 422 / RS485
- **El Profibus-DP:** Esta interface de comunicación es usada para gran capacidad de transmisión de datos, llamada Simatic Net o Sinec L2 de Siemens. El S7 300 mantiene una relación muy estrecha con él. Un módulo de comunicación permite conectarlo al Sinec L2 para comunicarse con otros autómatas Simatic y dispositivos de campo. El PLC puede desenvolverse aquí como maestro – esclavo, además también se dispone de los prácticos servicios de comunicación llamados Datos Globales. Para entablar comunicación se utilizan cables LAN, conectores LAN, repetidores, etc.

2.5 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN STEP 7.

El entorno de programación S7 es una aplicación para Windows evolucionada a partir del antiguo S5 que se ejecutaba en MS-DOS, a continuación se describen



brevemente los principales lenguajes de programación para PLC's, usados por el step 7:

- **Lenguaje de contactos (Ladder Logic, LAD o KOP):** Su representación reproduce los esquemas eléctricos tradicionales. Pueden incorporar funciones especiales (matemáticas, saltos, direccionamiento indirecto) para conseguir mayor versatilidad. Es el más utilizado.
- **Lenguaje de funciones (FBD o FUP):** Consiste en representar las distintas funciones en cajas con entradas y salidas que se conectan entre sí. Es en realidad una variación del lenguaje de contactos con distinta representación simbólica. Es raramente utilizado.
- **Lenguaje de instrucciones (IL o AWL):** Muy parecido a la programación en ensamblador de microprocesadores. Requiere conocimiento de la estructura de hardware del equipo. Muy utilizado en equipos Siemens.
- **Lenguaje GRAFCET:** GRAFCET es una técnica de diseño de programas por etapas que luego debe traducirse a algún otro lenguaje de programación. El software de algunos fabricantes realiza este paso de forma transparente al usuario.
- **Lenguaje de alto nivel:** Normalmente son lenguajes propietarios de cada firma pero similares a lenguajes como C. Incorporado recientemente por algunos fabricantes de PLC's

ORGANIZACIÓN EN BLOQUES.

El software de programación Step 7 ofrece la posibilidad de estructurar el programa usuario dividiéndolo en secciones individuales autónomas, lo que simplifica y organiza las tareas, en general los bloques en los que puede dividirse el programa usuario son los siguientes:



- **Bloques de organización OB:** definen la estructura del programa usuario, el procesamiento cíclico, las alarmas y el tratamiento de errores.
- **Funciones FC:** bloques lógicos que se programan con posibilidad de transferir parámetros sin memoria.
- **Bloques de función FB:** Bloques lógicos con posibilidad de transferir palabras con memoria.
- **Funciones Sistemas SFC:** Bloques predefinidos que no requieren ser programados ni cargados, solo llamados. Trabajan sin memoria.
- **Bloques Función Sistemas SFB:** Bloques predefinidos que no requieren ser programados ni cargados, solo llamados. Trabajan con memoria.
- **Bloques de Datos DB:** áreas con datos del usuario. Hay dos tipos: de instancia (DI), asignados a un FB o SFB y globales (DB), que pueden ser accedidos por todo bloque lógico [3].

Para acceder al programa y crear un “Nuevo Proyecto”, se debe realizar los siguientes pasos:

- Se visualiza en el escritorio de Windows el icono del **Administrador SIMATIC** y se realiza doble clic sobre él, otra forma de arrancar el software se consigue haciendo clic en **Inicio, Todos los programas, Simatic Administrador SIMATIC**.

- Una vez realizado el 1^{er} paso, se despliega la primera de cuatro ventanas llamada **Asistente de STEP 7: “Nuevo proyecto”**, la cual muestra las instrucciones para crear nuevos proyectos. Hacer clic en **Siguiente** (ver Figura 2.9).

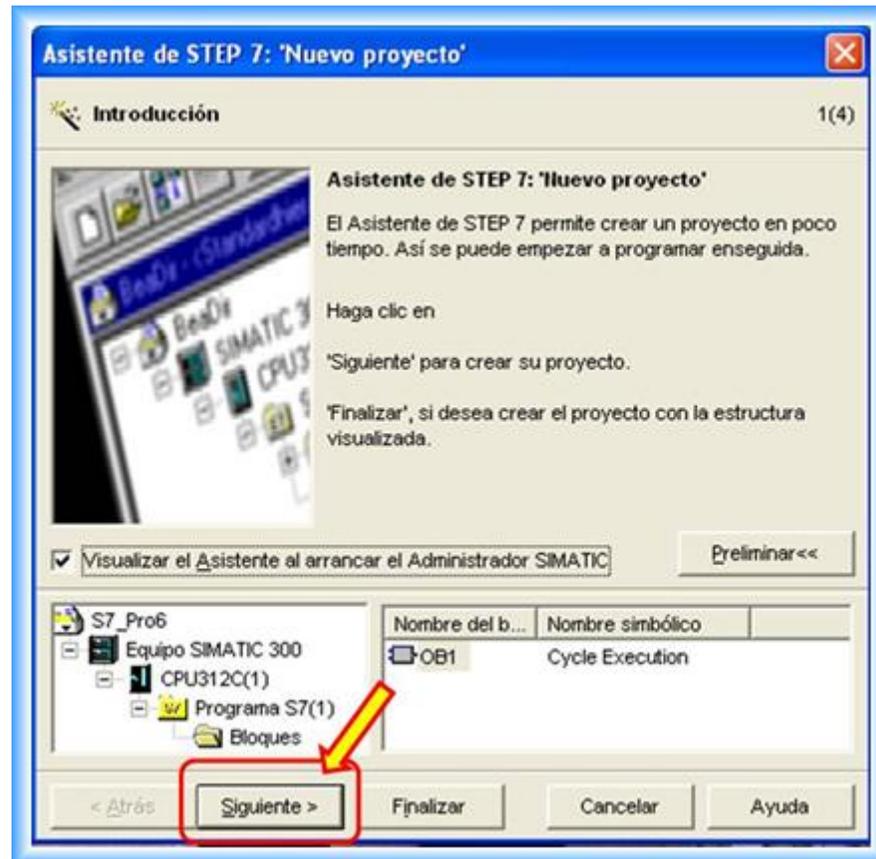


Figura. 2.9 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 1(4)
Fuente: Propia

- Luego, aparece en pantalla la segunda ventana (ver figura 2.10), donde se deben configurar los siguientes aspectos:

1. **CPU.** Se despliega una lista de las distintas CPU'S que pueden ser utilizadas, la escogencia se realiza a convenir.

2. **Nombre de la CPU.** Una vez que se haya seleccionado el tipo de CPU, esta aparecerá en el renglón.
3. En el recuadro se muestra la descripción más general del CPU a utilizar.
4. **Dirección MPI.** se debe asegurar que se en la celda se mantenga el numero 2 ya que cuando existe solo un PLC en la red MPI es recomendable asignarle la dirección 2, esta interfaz permite la comunicación del PLC con otros equipos a distancias reducidas.
5. Una vez verificado los campos anteriores se realiza un clic en **Siguiente.**

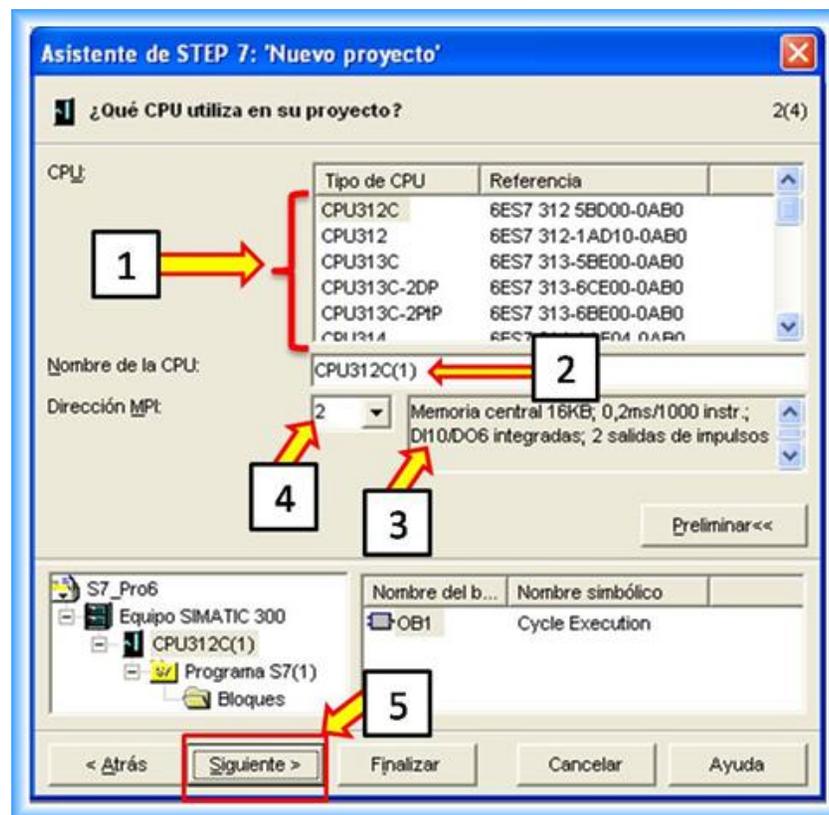


Figura. 2.10 Asistente de STEP 7: "Nuevo Proyecto" 2(4)

Fuente: Propia



- La tercera ventana del Asistente de STEP 7: “Nuevo proyecto”, está relacionada con la configuración de los bloques y del lenguaje de programación (ver figura 2.11):
- 1. Bloques.** Los bloques de organización (OB) constituyen la interfaz entre el sistema operativo y el programa de usuario, en la ventana se muestran los diferentes tipos de OB la cuales serán seleccionadas de acuerdo a las necesidades del programador, en este caso se elige OB1 (ejecución cíclica), ya que es el adecuado para la realización de los programas.
 - 2. Lenguaje para todos los bloques.** La programación se realizara en KOP o lenguaje escalera.
 - 3.** Se realiza clic en **Siguiente** una vez conforme.

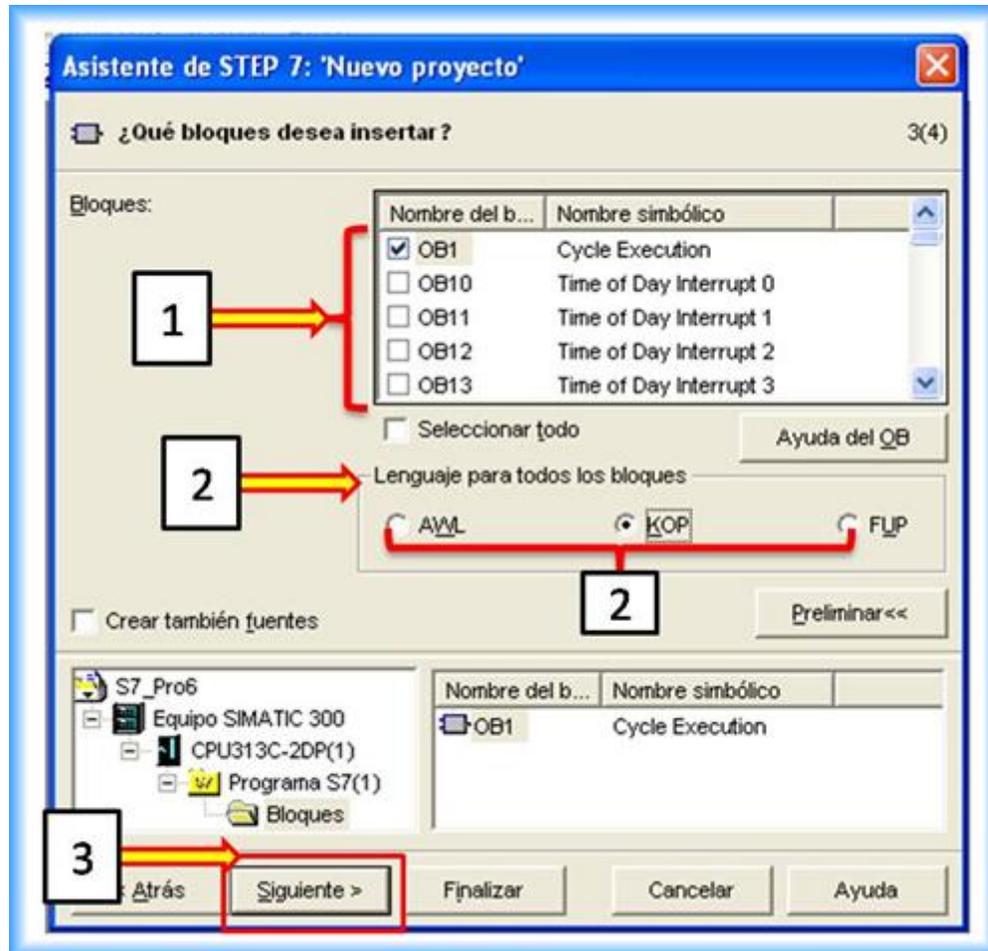


Figura. 2.11 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 3(4)
Fuente: Los Propia

- Para finalizar se procede a la asignación del **nombre del proyecto**, en este caso se le asignó ‘Programa Principal’, también se pueden encontrar los **proyectos existentes**, una vez hecho esto, se realiza un clic en **preliminar** para verificar que todo este correcto y se presiona **Finalizar**, en la figura 2.12 se observa la ventana 4(4) y los pasos a seguir.

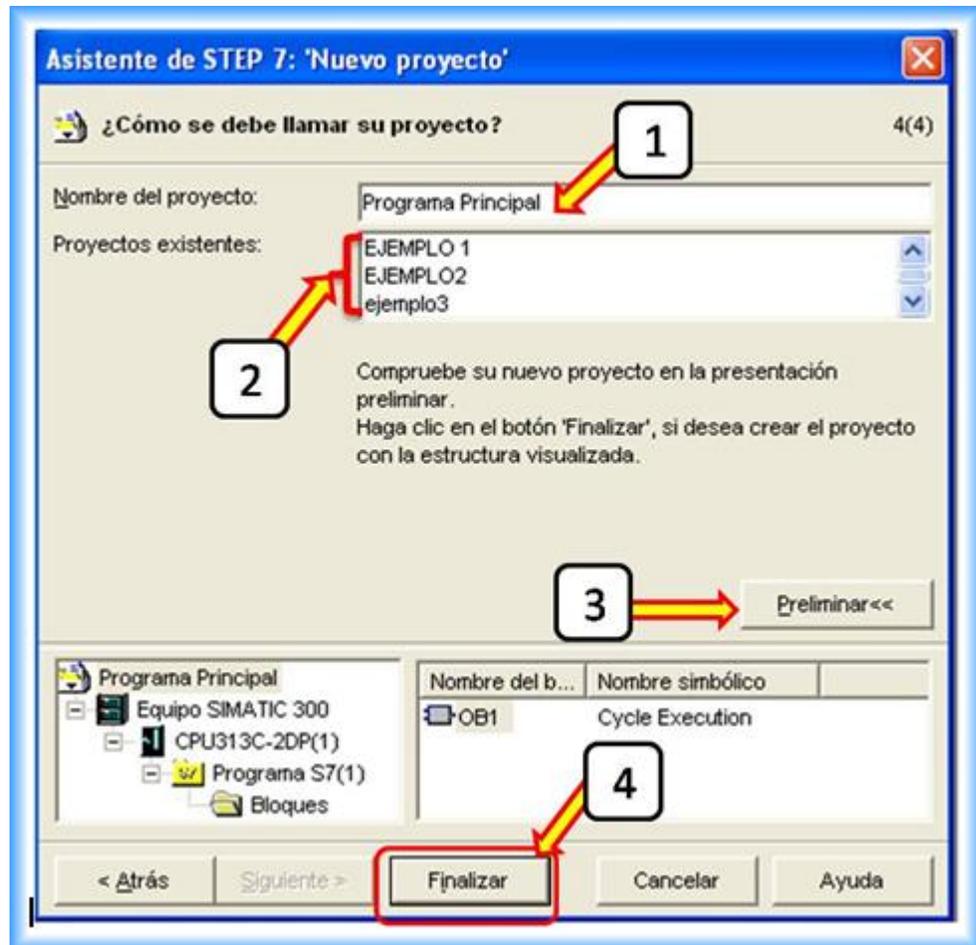


Figura. 2.12 Asistente de STEP 7: “Nuevo Proyecto” 4(4)
Fuente: Propia

2.6 SISTEMAS SCADA.

SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition) tiene como finalidad proporcionar visualización y manejo sobre los dispositivos de control programables. El SCADA sobre PC resulta muy flexible. Existen SCADAs diseñados para comunicar con cualquier PLC, aunque los fabricantes de PLC's desarrollan SCADAs sólo compatibles con sus equipos. Este tipo de aplicaciones se ejecutan habitualmente bajo el sistema Windows.



PARTES DE UN SCADA.

Cada SCADA comercial presenta sus propias particularidades pero, en general, constan de las siguientes partes:

- Sistema de comunicación: Se encarga de gestionar las comunicaciones entre los servidores de datos y los dispositivos de campo o unidades remotas (RTUs, remote terminal units), las cuales proporcionan los datos del proceso y reciben las consignas y señales de mando para su control.
- Servidores: Son los que recopilan los datos de los elementos de control del sistema y los procesan para su utilización. El servidor de datos del proceso (data server) es el encargado de detectar y gestionar alarmas y eventos, y de almacenar datos para su posterior análisis. Junto con el sistema de comunicación cumple las funcionalidades de monitorización.
- Clientes: Son los que usan la información proporcionada por los servidores y la muestran al usuario final. Permiten la visualización del estado del proceso mediante objetos animados, gráficos, textos, listados, y ventanas múltiples, entre otras.
- Sistema de almacenamiento de datos: Las bases de datos pueden ser de diferentes tipos en función del tratamiento que se pretenda dar a los datos; existen diferentes métodos para manejarlos. Estos pueden ordenarse en ficheros según un criterio determinado, como la fecha o el nombre de la variable. La limitación de este método radica en que la base de datos tiene un único punto de acceso. Sin embargo, se encuentran otros métodos



utilizados como lo son las bases de datos jerárquicas, que permiten ordenar los elementos por jerarquías, y las bases de datos relacionales, que separan las estructuras de datos de los programas y permiten reflejar estructuras de datos, independientemente del tipo de programas que acceden a ellos.

2.7 SOFTWARE INTOUCH FACTORY SUITE 2000 DE WONDERWARE.

Es un software utilizado para visualización y control de procesos que ofrece una sencillez, facilidad de uso y unos gráficos fáciles de configurar. Poseen asistentes que permiten crear y distribuir aplicaciones personalizadas que intercambian datos en tiempo real, ofrece una amplia conectividad, compatible con una gran cantidad de dispositivos de automatización y control en la industria.

Las aplicaciones abarcan una multitud de mercados en los que se incluyen el procesamiento de alimentos, semiconductores, petróleo, gas, automotores, químicos, farmacéuticos, servicios públicos y otros. Utiliza como sistema operativo Windows 95/98/NT/2000 o avanzados y el paquete consta básicamente de dos (2) elementos:

- **WINDOW MAKER:** Permite todas las funciones necesarias para crear ventanas animadas interactivas conectadas a sistemas de E/S externos o a otras aplicaciones de Windows.
- **WINDOW VIEWER:** es el sistema “runtime” utilizado para rodar las aplicaciones creadas con WINDOOWMAKER.

CARACTERÍSTICAS.



- Sistemas de alarma distribuidas: Proporciona a los operadores la capacidad de visualizar y reconocer simultáneamente información de alarmas desde múltiples ubicaciones remotas.
- Historial distribuido: permite especificar de manera dinámica una fuente de datos de archivos históricos diferente para cada pluma de un gráfico de tendencia.
- Conversión de resolución dinámica: las aplicaciones se pueden ejecutar con una resolución definida por el usuario.
- Direccionamiento de referencia dinámico: las referencias de fuente de datos se pueden modificar de forma dinámica para direccionar múltiples fuentes de datos con una única etiqueta.
- Desarrollo de aplicación en red.
- Factory Focus: es una versión solo de visualización de la ejecución de intouch 5.6 o posterior, el cual permite a los administradores y supervisores visualizar un proceso continuo de aplicación MMI (Interfaz multimodal) en tiempo real. Posee algunas características o ventajas:
 - Conectividad con más de 300 servidores de DDE (Dynamic data Exchange).
 - Solución de visualizador de procesos de bajo costo a un precio mucho menor que el de un MMI completo.
 - Fácil conexión en red con wonderware NetDDE.
 - Visualización de procesos de aplicación en tiempo real.



-
- Formato estándar GUI de Windows.
 - 32.767 etiquetas analógicas y discretas.



Capítulo III

MARCO METODOLÓGICO.

3.1 Tipo de investigación.

Según el Manual de Trabajo Especial de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (ob. cit.), la modalidad de proyecto factible consiste: "...la propuesta de un modelo funcional viable, o de una solución posible a un problema de tipo práctico con el objetivo de satisfacer necesidades de un ente específico (institución, comunidad, grupo social, personal en particular etc.)..." (p. 16).

El presente trabajo especial de grado es considerado un proyecto factible, porque se encuentra orientado a proponer soluciones con respecto a una situación determinada, en este caso, a la automatización del proceso de extracción de láminas de hierro negro Stamco en la empresa Aceros Laminados C.A, para facilitar tanto a la compañía como a los operadores el manejo de dichas maquinarias y aumentar la producción mensual, también se realizó la simulación de éste a través del software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware lo cual garantiza el funcionamiento del mismo.

3.2 Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación se refiere a la estrategia que se debe seguir para resolver el problema planteado. En el caso de proyectos factibles la investigación siempre es de campo, ya que permiten una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo, sin alterar las condiciones existentes.



3.3 Metodología de investigación.

La metodología consiste en un conjunto de procedimientos o pasos, que faciliten la planificación y ejecución del proyecto de investigación, estos deben realizarse de forma clara y precisa.

A continuación se mencionan las fases o etapas establecidas en forma secuencial para la realización de este proyecto:

3.3.1. FASE I: Estudiar el proceso de extracción de láminas de hierro negro.

Se recopiló documentación relacionada con el proceso, a través de diferentes medios (información técnica e investigaciones prácticas), la cual fue proporcionada casi en su totalidad por los técnicos e ingenieros encargados del proceso y se complementó a través investigaciones realizadas en internet, por otra parte el estudio del proceso se dividió en tres (3) etapas en las que se expone en detalle el funcionamiento del mismo referido en la sección 2.3 del capítulo II.

3.3.2. FASE II: Estudiar el funcionamiento y la programación del PLC.

Se recaudó información del PLC SIMATIC S7 300 DE SIEMENS por medio de texto suministrados por la empresa, internet y proyectos de grado, en los cuales se hace referencia al funcionamiento y programación del mismo, explicado en la sección 2.4.5 del capítulo II.



3.3.3. FASE III: Análisis de los elementos a utilizar.

A continuación en la tabla 3.1 se presentan los dispositivos de control necesarios para este diseño. El criterio de selección se fundamentó en las variables de entradas y salidas del proceso y disponibilidad en el mercado

Tabla. 3.1 Dispositivos de control.

	Dispositivo	Cantidad	Descripcion	Figura
Unidades de mando	Pulsadores 24VDC	2	Pulsador negro con embellecedor metalico Φ 22mm. Modelo: XB4 BA21.Marca: Telemecanique	
	Pulsadores con indicador luminoso 24VDC	5	Pulsadores 1 verde, 3 rojo y 1 azul con embellecedor metalico Φ 22mm. Modelo: XB4 BVB3, XB4 BVB4, XB4 BVB6, respectivamente.Marca: Telemecanique	
	Selector de 3 posiciones fijas 24VDC	18	Selector de tres posiciones fijas maneta corta con embellecedor metalico Φ 22mm. Modelo: XB4-BD33.Marca: Telemecanique	
	Selector de 2 posiciones fijas 24VDC	2	Selector de dos posiciones fijas maneta corta con embellecedor metalico Φ 22mm.Marca: Telemecanique	
	Pulsador de Emergencia 24VDC	4	Pulsador "de seta" Φ 40mm. Modelo: XB4 BS542. Modelo: XB4-BD21.Marca: Telemecanique	
	Señalización 24VDC	2	Balizas luminosas tipo lámpara verde y roja. Modelo: XB LOB.Marca: Telemecanique	
Interruptores y sensores	Interruptores de Posición mecánicos 120VAC	4	Limit swicht tipo pulsador con roldana. Modelo: XCNR 2102P20. Marca: Telemecanique	
		12	Limit swicht con palanca.Modelo: XCNR 2121P20. Marca: Telemecanique	
	Magnetico 24VDC	12	Sensores magneticos para cilindros. Marca: Omron. Modelo: E2SS-W series	
	Inductivos 24VDC	10	Sensores inductivos Φ 18. Modelo: XS6 18B1	

Fuente: Propia

Tabla. 3.1 Dispositivos de control (continuación).

	Dispositivo	Cantidad	Descripcion	Figura
Solenoides	24 V DC	6	Solenoides para electroválvulas. Marca: Danfoss. Modelo: BA024B	
	120 V AC	24	Solenoides para electroválvulas. Marca: Danfoss. Modelo: BA115B	
Relés	Bobina 120 VCA 50-60Hz	22	Relé + zócalo. Modelo: RUMC3AB2B7 + RUZSC3M. Marca: Telemecanique	
Sirena	Sirena 120VAC	1	Sirena 108db Φ 92mm. Modelo: XVS G1. Marca: Telemecanique	

Nota: Para una mejor visualización de las especificaciones técnicas de los equipos (ver anexos "B").

Fuente: propia

3.3.4. FASE IV: Seleccionar las variables de entrada y salida al PLC.

La cantidad de entradas y salidas utilizadas en la realización del proceso fueron de 82 entradas y 51 salidas digitales, quedando establecido los módulos del PLC de la siguiente manera:

- 1 de 16 entradas y salidas digitales: SM 323 DI16/DO16 x24VDC/0.5 A, de las cuales se tomaron 16 y 3 respectivamente.
- 2 de 32 entradas digitales: SM 321 DI32 x24VDC
- 1 de 32 salidas digital: SM 322 DO32 x24VDC

Además se utilizaron las entradas y salidas internas del PLC, Para observar las direcciones de cada una de las entradas y salidas, véase en el apéndice "A" tablas A.1 y A.2 respectivamente.

3.3.5. FASE V: Programación.

El software donde se creó la programación del sistema de control es el STEP 7 V5.4, el cual se asignó en el controlador lógico programable (PLC) SIMATIC S7 – 300 de Siemens. De los diferentes tipos de lenguaje de programación (AWL, KOP, FUP, entre otros) que este software ofrece, se escogió el LADDER (KOP) o lenguaje de contactos o escalera.

Pantalla principal del programa:

La pantalla principal se observa una vez iniciado un nuevo proyecto (ver capítulo II) como se muestra en la figura 3.1.

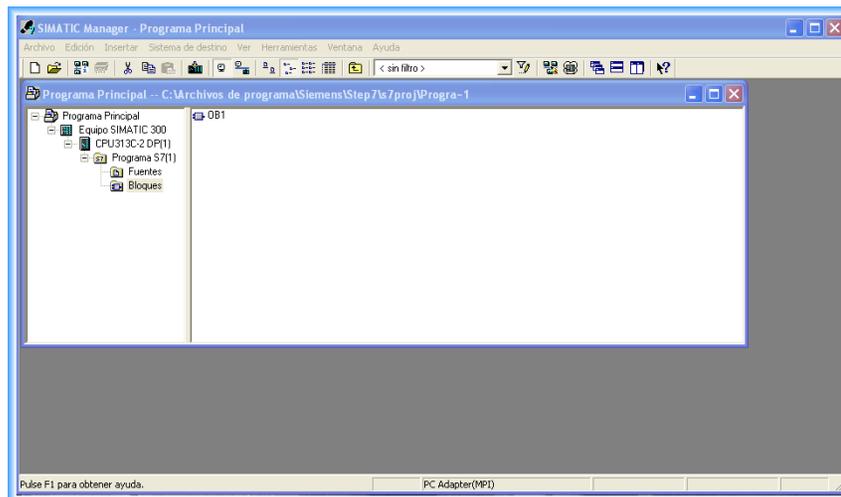


Figura. 3.1. Pantalla Principal del Simatic Manager.
Fuente: Propia.

En esta ventana encontramos la siguiente información:

- Nombre del Proyecto: Programa Principal.

- Familia del PLC que se está utilizando: Equipo SIMATIC 300.
- Nombre del CPU usado en el proyecto: CPU313C-2DP.
- Organización de los programas del PLC (programa S7), en esta ventana se muestra los bloques y las fuentes; la programación se realizó directamente sobre el bloque (OB1).

Luego se debe realizar la configuración del hardware, para ello se debe hacer clic sobre **Equipo SIMATIC 300** en la pantalla principal y posteriormente doble clic en **Hardware**, inmediatamente se abrirá la ventana de configuración de hardware (HW Config), como se muestra en la figura 3.2.

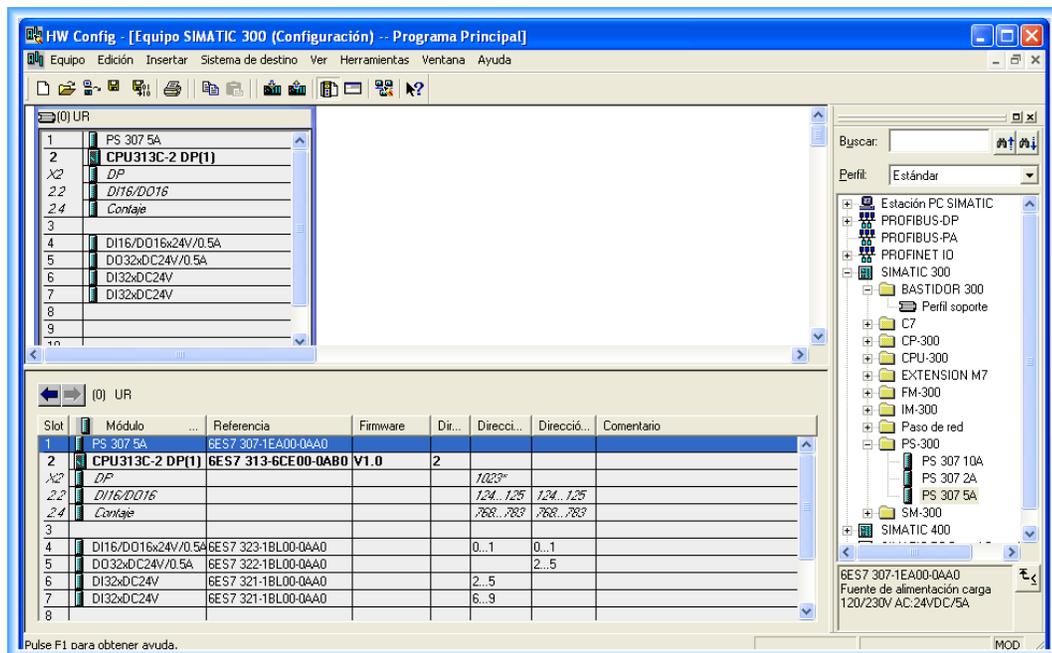


Figura. 3.2. Ventana de configuración de hardware (HW Config).

Fuente: Propia.

En esta ventana se procede a la configuración de los módulos utilizados en la programación, respetando las reglas sobre la ocupación de los slots del S7 300 [13].



Se utilizó un bastidor para la configuración del Hardware, cada uno se compone de 11 slots. La selección del CPU se realiza previamente al crear un nuevo proyecto (Capítulo II) y se escogió la **CPU 313C – 2DP** por ser compacta, con entradas y salidas digitales integradas y un puerto PROFIBUS-DP maestro/esclavo, adicionalmente realiza tareas con funciones especiales y puede conectar periferia distribuida, en relación a fuente de alimentación se optó por **PS 307 5A**, la cual posee la siguientes características:

- Intensidad de salida de 5A.
- Tensión nominal de salida DC 24V, estabilizada, a prueba de cortocircuito y marcha en vacío.
- Tensión nominal de entrada AC 120/230V, 50/60Hz, entre otras (ver anexo “B”).

A continuación se muestra cada uno de los elementos conectados a los slots del bastidor:

- Slot 1: Fuente de alimentación PS 307 5A.
- Slot 2: CPU 313C – 2DP.
- Slot 3: Reservado para el módulo de interface (en este caso no es necesario).
- Slot 4: Módulo de salidas digitales SM 322 DO 32xDC 24V/0,5A.
- Slot 5: Slot 6: Módulo de entradas digitales SM 321 DI 32xDC 24V/0,5A.
- Slot 6: Módulo de entradas digitales SM 321 DI 32xDC 24V/0,5A.
- Slot 7: Módulo de entradas y salidas digitales SM 323 DI 16/DO 16 x 24V/0,5A.

Por otra parte, en el segmento inferior de la ventana se muestra en detalle en forma de tabla las referencias y las direcciones de los módulos utilizados (ver figura 3.3), finalmente se procede a guardar la configuración.

Slot	Módulo	Referencia	Firmware	Direc...	Dirección E	Dirección S	Comentario
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0					
2	CPU 313C-2 DP	6ES7 313-6CF03-0AB0	V2.0	2			
X2	DP				1023*		
2.2	DI16/DO16				124...125	124...125	
2.4	Contaje				768...783	768...783	
3							
4	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				2...5	
5	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			2...5		
6	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			6...9		
7	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			0...1	0...1	
8							
9							
10							
11							

Figura. 3.3. Tabla de referencias y direcciones de los módulos.
Fuente: Propia.

Una vez configurado el hardware se realiza la programación, para esto es necesario regresar a la pantalla principal, seleccionar **Bloques** y hacer doble clic en **OB1**, al realizar estas acciones, aparecerá la ventana KOP/AWL/FUP (Figura 3.4), en la cual se programa el bloque; para información referente a los elementos que lo conforman [13].

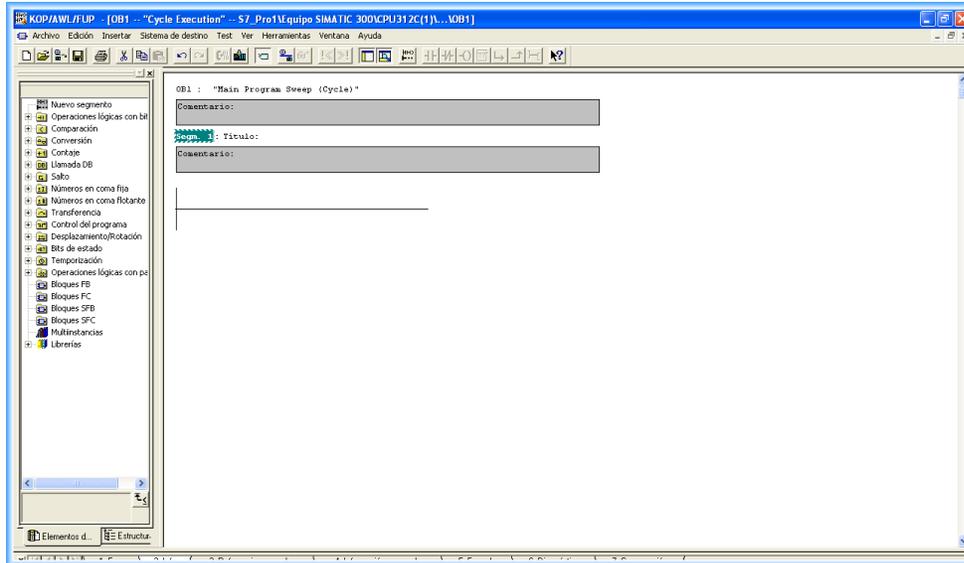


Figura. 3.4. Ventana KOP/AWL/FUP

Fuente: Propia.

La programación tiene por objetivo poner en marcha el proceso de producción de láminas de hierro negro STAMCO y como se mencionó anteriormente, esta se hizo en lenguaje KOP y se necesitaron un total de 82 entradas y 51 salidas digitales.

Antes de iniciar el proceso se deben realizar una serie de consideraciones:

- El operador debe cargar 4 bobinas en la zona correspondiente.
- Una vez iniciado el proceso no debe cargarse bobina hasta que se hayan terminado las mismas.
- En caso de que la producción sea de láminas de espesor menor a 10mm, el operador debe ajustar los tornillos sin fin de la enderezadora 1.

Posteriormente se procede a dar marcha al proceso (inicio), se accionan cada uno de los sistemas hidráulicos (carro, calandra y cizalla) y se establece:

- El espesor de lámina según se requiera en la producción (mayor o menor de 10mm).
- La longitud (6 o 12 mt).
- El modo de funcionamiento, ya sea este manual o automático.

En la figura 3.5 se muestra el diagrama de flujo que representa lo antes expuesto.

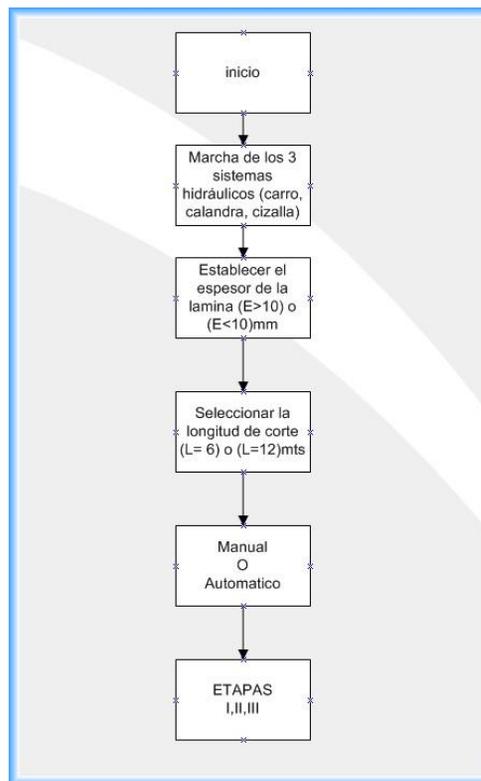


Figura. 3.5. Diagrama de flujo del inicio del proceso
Fuente: Propia

La programación se dividió en tres etapas como se describió en el capítulo 2 sección 2.3:



✚ **Etapa I:** Consiste en llevar las bobinas hasta los conos desenrolladores a través del carro porta bobinas con la finalidad de enhebrar la lamina en la calandra. Para explicar con precisión la programación en esta etapa, se presenta el diagrama de flujo de la figura 3.6 y la memoria descriptiva en la tabla 3.2.

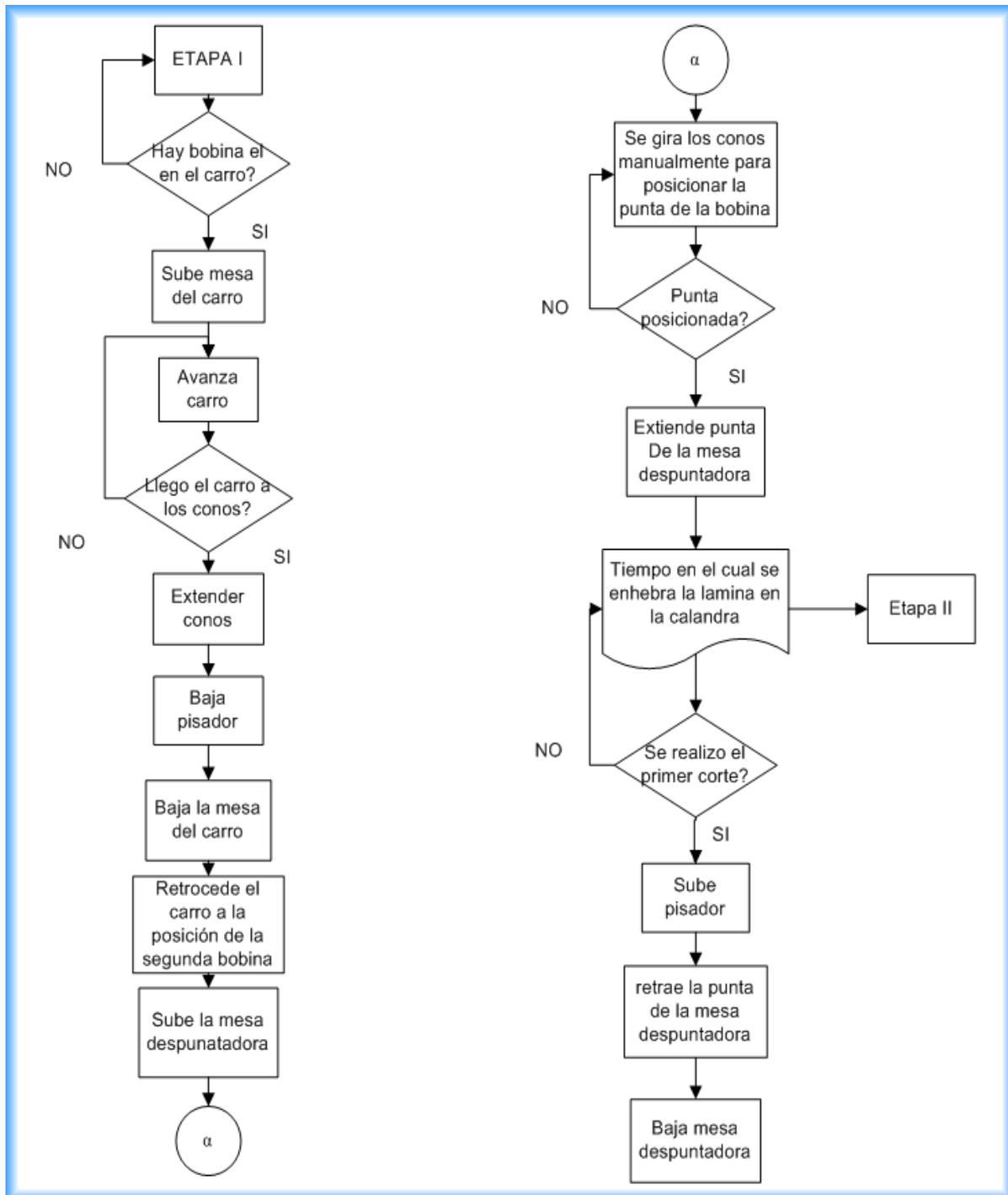


Figura. 3.6. Diagrama de flujo de la etapa I
Fuente: Propia.

**Tabla. 3.2. Memoria descriptiva de la Etapa I.**

MEMORIA DESCRIPTIVA
Etapa I
Condiciones Iniciales:
Se activan las electroválvulas de las centrales hidráulicas del carro y la calandra que dan paso al aceite.
El carro porta bobinas debe estar posicionado debajo de la primera bobina.
La mesa del carro debe estar abajo.
Los conos deben estar retraídos.
El pisador está arriba, la punta de la mesa despuntadora esta retraída y la mesa esta abajo
Acciones:
Al determinar la existencia de bobina encima del carro se procede a subir la mesa del mismo.
Una vez que esta se encuentre arriba, se manda a avanzar el carro hasta los conos.
Al llegar, se mandan a extender los conos para sujetar la bobina.
Cuando se sujeta la bobina, se baja la mesa del carro y 30s después baja el pisador.
Al bajar la mesa del carro y el pisador, retrocede el carro hasta la siguiente posición donde se encuentre bobina y sube la mesa despuntadora respectivamente.
De ser necesario se giran los conos desenrolladores manualmente para posicionar la punta de la bobina de manera que se pueda cortar el fleje.
Se extiende la punta de la mesa despuntadora y al terminar de extenderse giran los conos de forma automática.
Cuando se produce el primer corte de la bobina, sube el pisador, se retrae la punta de la mesa y esta baja, hasta que llegue una nueva bobina a los conos

Fuente: propia.

✚ **Etapa II:** Esta es la zona de enderezado de la lámina, en la cual dependiendo del espesor, una de las enderezadoras actúa para apisonar y la otra como

guía. A continuación, para su mejor comprensión, se presenta el diagrama de flujo de la figura 3.7 y la memoria descriptiva en la tabla 3.3.

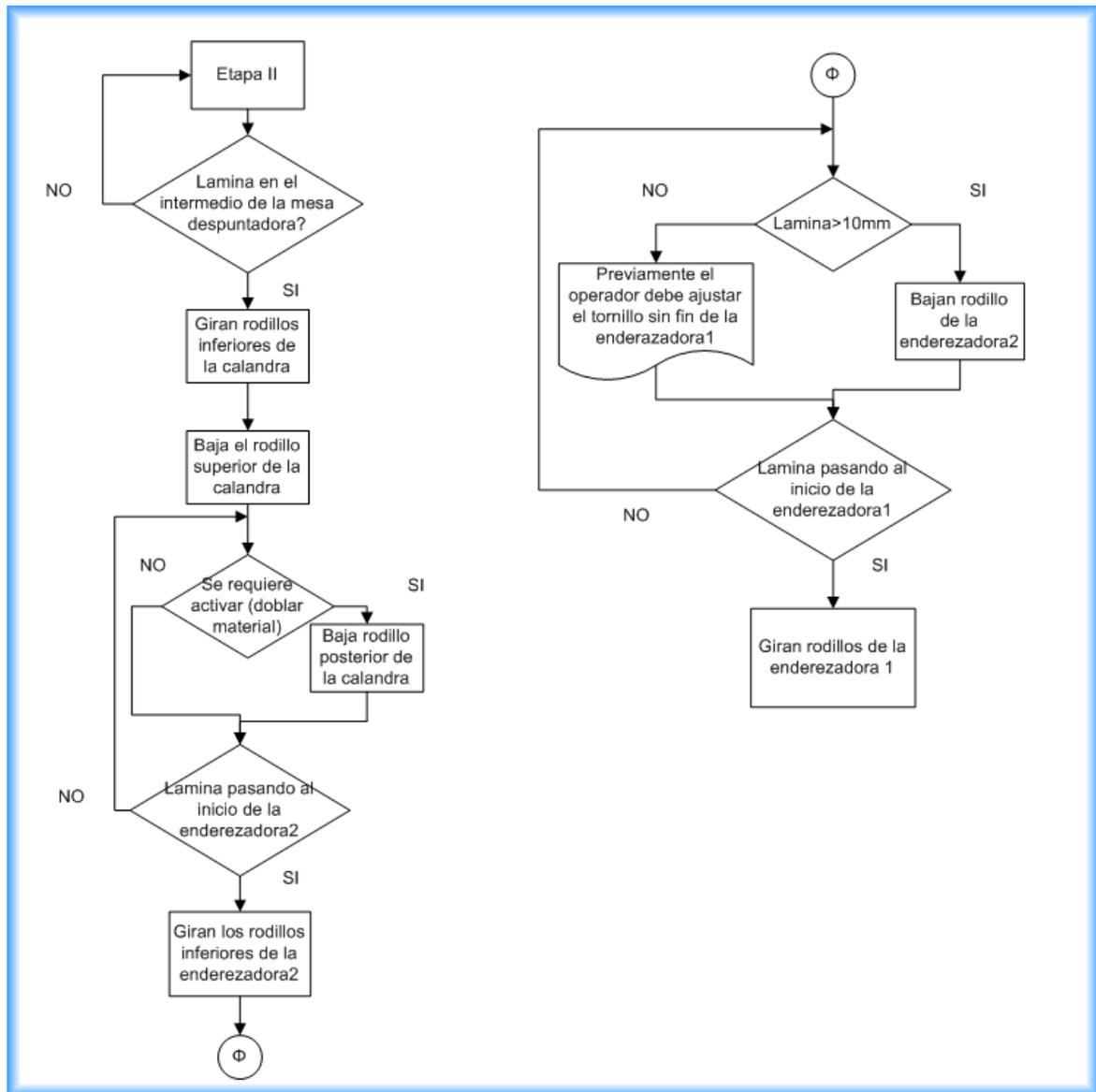


Figura. 3.7. Diagrama de flujo de la Etapa II
Fuente: Propia.

**Tabla. 3.3. Memoria descriptiva de la Etapa II**

MEMORIA DESCRIPTIVA
Etapa II
Condiciones Iniciales:
Los rodillos superiores de la calandra a la entrada y en la parte posterior deben estar arriba.
Los rodillos superiores de la enderezadora 2 deben estar arriba.
Acciones:
Al encontrarse lámina en la entrada de la calandra, los rodillos inferiores de la misma deben girar y el rodillo superior a la entrada comenzar a bajar.
El rodillo superior en la parte posterior de la calandra solo debe bajar manualmente de ser necesario.
Cuando la lámina está en la entrada de la enderezadora2, los rodillos inferiores giran.
Si el espesor de la lámina es mayor de 10mm, bajan los rodillos superiores de la enderezadora2.
Al salir la lámina de la enderezadora2 giran los rodillos de la enderezadora1

Fuente: Propia

- ✚ **Etapa III:** En esta se realiza el corte transversal para producir láminas de hierro negro de seis (6) y doce (12) metros de longitud. Para su estudio se presenta el diagrama de flujo de la figura 3.8 y en la tabla 3.4 la memoria descriptiva de la etapa III.

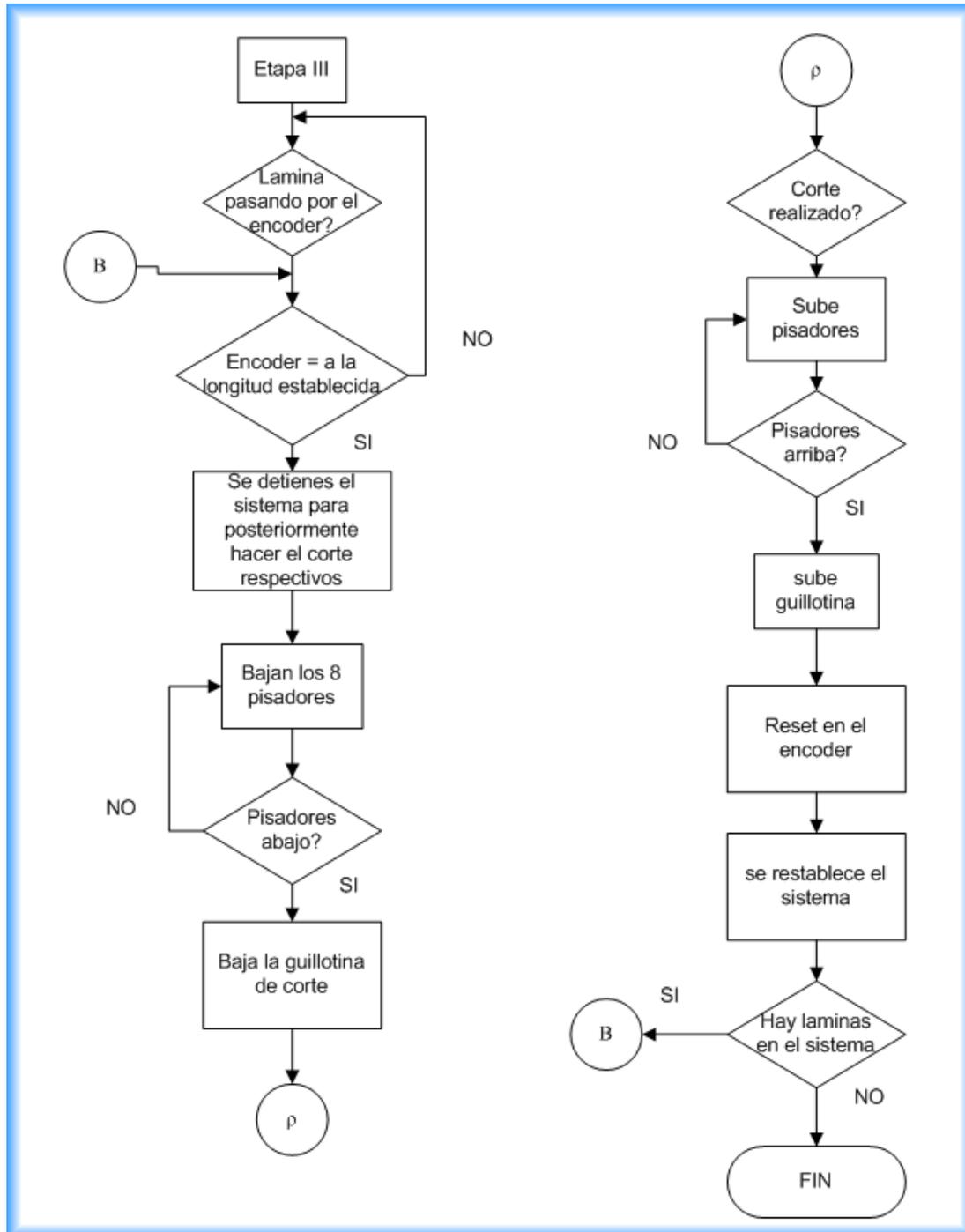


Figura. 3.8. Diagrama de flujo de la Etapa III.
Fuente: propia.



Tabla 3.4. Memoria descriptiva de la Etapa III.

MEMORIA DESCRIPTIVA
Etapa III
Condiciones Iniciales:
Los 8 pisadores deben estar arriba.
La cuchilla de la cizalla debe estar arriba.
Acciones:
En el momento que la lámina sale de la enderezadora 1 y el encoder la detecta, comienza el conteo de la longitud.
Cuando alcanza el valor establecido, el sistema se detiene momentáneamente para realizar el corte.
Luego, bajan los pisadores y una vez allí baja la cuchilla para producir el corte.
Al l realizarse el corte, suben los 8 pisadores, seguido a esto sube la cizalla.
Para restablecer el sistema se debe “reset”ear el encoder automáticamente.
Estos pasos se realizan siempre que exista lámina en el proceso

Fuente: Propia.

Por otra parte, la tabla 3.5 muestra la cantidad de contadores, temporizadores conversores y comparadores usados en la programación y su descripción. Para una vista detallada de la programación, véase el apéndice “D” del CD anexo.

Tabla. 3.5. Operaciones lógicas

OPERACIONES LÓGICAS				
OPERACIÓN	NOMBRE	FIGURA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Convertor	BCD_I		4	Se utilizaron para transformar la señal de salida de los contadores (BCD) a enteros (INT).
Comparador	CMP==I		4	Se utilizan para comparar dos enteros (INT) en este caso para saber cuando se usen las cuatro (4) bobinas, se produzca el primer corte de laminas, y alcancen la longitud deseada, ya sea seis (6) o doce (12) metros.
Contadores	ZAEHLER		4	Se manejó con la finalidad de enumerar la cantidad de: bobinas usadas (Z1), el primer corte (Z2), las láminas de seis (6) (Z3) o doce (12) (Z4) metros
Temporizadores	Temporizador con retardo a la conexión (SE)		14	Se utilizaron con tiempos programados de: 50MS, 5S, 30S, 2S, 3S, 3S, 2S, 3S, 5M, 5M, 2S, 6S, 1S, 1S; nombrados por orden de aparición en el programa principal (ver apéndice "B")
	Temporizador con retardo a la desconexión (SA)		4	Se utilizaron con tiempos programados de: 2S, 1S, 3S, 1S; nombrados por orden de aparición en el programa principal (ver apéndice "B")

Nota: Para información de su funcionamiento [13].

Fuente: Propia.

3.3.6. FASE VI: Realizar el estudio de cargas de fuerza y de control.

El sistema eléctrico de producción de lamias hierro negro posee una acometida hasta el armario de control de una tensión de 440V, el cual suministra la energía necesaria a motores y equipos para su funcionamiento.



No obstante, se requiere el diseño de las canalizaciones necesarias para llevar el cableado a las distintas zonas de las maquinarias que conforman el proceso. Por otra parte, dado que las distancias entre el armario de control y la ubicación de los motores son despreciables, se tomó en cuenta el método de capacidad de corriente para determinar el calibre del conductor.

- **Método por capacidad de corriente:** El tamaño de los cables para los circuitos ramales debe calcularse en función de la corriente que deben circular por ellos. El código eléctrico nacional (CEN), en la tabla 310-16 establece los valores de capacidad de corriente para los diferentes tipos de cables. Además de la corriente de circuito intervienen en la selección del calibre del cable, la temperatura ambiente y el número de cable en una canalización [14].

ESTUDIO DE CARGAS DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control posee corrientes muy pequeñas, sin embargo el mayor amperaje lo contiene las tarjetas de salidas con un valor de operación de 0.5 A, (ver anexo “B”). Para obtener la solución del cableado de las tarjetas (E/S) del sistema por el método de capacidad de corriente se accedió a la tabla 310-16 del CEN en la cual se establece el calibre del conductor capaz de soportar la capacidad de corriente antes mencionada, dando como resultado parcial el conductor # **18**, es importante señalar que se consideró el factor de corrección por temperatura (35 -40)°C y aun así la corriente no superó el valor de 1 A, lo que garantiza que el conductor cumple con las condiciones necesarias para este sistema. Por lo tanto la solución final para el cableado de los módulos (E/S) del controlador lógico programable (PLC) es el calibre del conductor # **18 – THW – Cu- 600v**.



El estudio de carga se realiza para determinar el valor de potencia que consumen las cargas conectadas a los circuitos de sistema de control de la línea de producción de láminas de hierro Negro STAMCO la cual es proporcionada por el transformador

Para el cálculo de la potencia consumida por el PLC se toma en consideración el consumo de potencia de la fuente de alimentación, de las tarjetas de entrada y las de salidas del controlador. Para ello, se busca la corriente nominal de operación de ambos tipo de tarjetas (E/S) en los catálogos de Siemens (ver anexo “B”). A continuación en la tabla 3.6 muestra los cálculos de Potencia (S) para el controlador lógico programable (PLC).

Tabla. 3.6. Cálculos de Potencia (S) del PLC.

MÓDULO	CORRIENTE (A)	VOLTAJE (V)	S (VA)
Fuente de alimentación PS 307 5A	2,2	120	264
Módulos de Entradas SM 321-1BL00-0AA0	0,07	120	8,4
Módulos de Salidas SM 322-1BL00-0AA0	0,5	120	60
S total			4910,4

Nota: $S_{total} (VA) = S_{Fuente de alimentación (VA)} + N^{\circ} Entradas * N^{\circ} tarjetas * S(VA) + N^{\circ} Salidas * N^{\circ} tarjetas * S(VA)$.

Fuente: Propia.

Los valores de potencia de los otros dispositivos, se encuentran en la tabla 3.7, la cual se realiza el estudio de cargas para determinar la potencia total (S) consumida por el sistema de control.

**Tabla. 3.7. Estudio de cargas del sistema de control.**

CARGA	CONSUMO/UND (VA)	TENSIÓN	CANTIDAD	TOTAL (VA)
Interruptores de Posición Metálicos	130	120VAC	16	2080
Solenoides	19	120VAC	30	570
Relés	1,5	120VAC	22	33
Controlador Lógico Programable	4910,4	120VAC	1	4910,4
Sirena	60	120VAC	1	60
TOTAL				7653,4

Nota: Total (VA)= (consumo/Und)* cantidad; Total= Σ Total (VA)

Fuente: Propia

En relación con los datos obtenidos en la tabla 3.7 y considerando un 25% de reserva, el transformador a usar tendrá una potencia de 10KVA y una relación de tensión de 440/120 VAC.

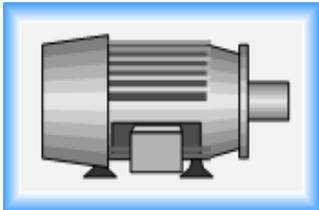
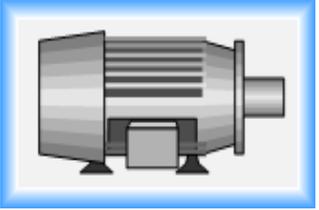
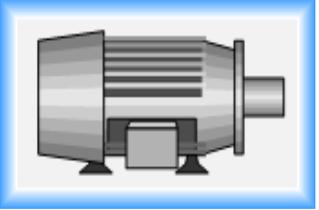
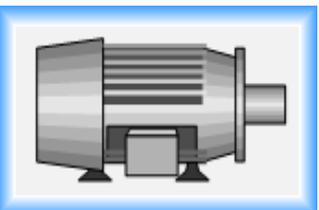
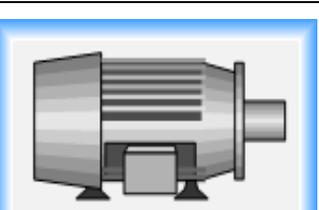
✚ ESTUDIO DE CARGAS DEL SISTEMA DE FUERZA.

El estudio de carga es una fuente de información de gran utilidad para la empresa en lo que a seguridad, rendimiento y beneficios se refiere, gracias a este se puede determinar si el sistema de distribución eléctrica de una planta puede admitir nuevas cargas, remodelaciones, entre otras.

A continuación se muestran las tablas con los datos y cálculos de todo el sistema de producción de láminas:

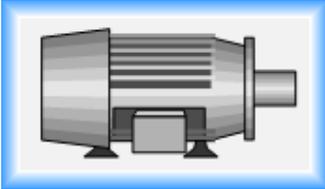
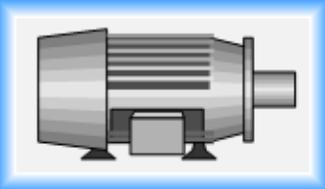
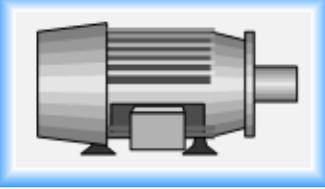
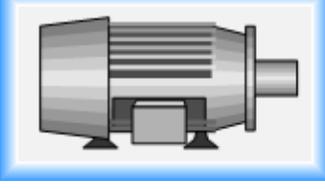
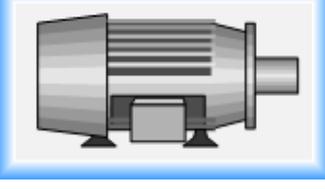
- **Datos de placas de los motores.**
- **Cálculo del conductor de los motores.**
- **Cálculo de las protecciones y conductor de puesta tierra.**
- **Cálculo del Sub-alimentador.**

Tabla. 3.8 Datos de placas de los motores.

		DATOS		FUNCIÓN
	M1 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	1,46	Motor del cono desenrollador
		Hp	1	
		Vn(V)	415	
		L(m)	15,951	
		Fp	0,77	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1380	
	M2 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	43	Motor de arrastre de la enderezadora 1
		Hp	14,8	
		Vn(V)	220/380	
		L(m)	7,731	
		Fp	0,77	
		Letra de código	C	
	M3 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	4,7	Motor superior derecho de la enderezadora 2
		Hp	3	
		Vn(V)	440	
		L(m)	13,249	
		Fp	0,77	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1430	
	M4 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	4,7	Motor superior izquierdo de la enderezadora 2
		Hp	3	
		Vn(V)	440	
		L(m)	10,569	
		Fp	0,77	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1430	
	M5 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	48	Motor superior central de la enderezadora 2
		Hp	44	
		Vn(V)	440	
		L(m)	10,014	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	
		r.p.m	720	

Fuente: Propia

Tabla. 3.8 Datos de placas de los motores (Continuación).

		DATOS		FUNCIÓN
	M6 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	66	Motor de arrastre de la enderezadora 2
		Hp	50	
		Vn(V)	440	
		L(m)	10,637	
		Fp	0,7	
		Letra de código	D	
		r.p.m	900	
	M7 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	43/75	Motor de la central hidraulica del calandra
		Hp	30/34	
		Vn(V)	220/440	
		L(m)	14,129	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	
		r.p.m	1770	
	M8 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	27,2	Motor de la central hidraulica del carro
		Hp	28	
		Vn(V)	460	
		L(m)	17,146	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	
		r.p.m	1750	
	M9 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	0,679	Motor del ventilador del sistema de enfriamiento de la cizalla
		Hp	0,33	
		Vn(V)	460	
		L(m)	3,614	
		Fp	0,50	
		Letra de código	B	
		r.p.m	1720	
	M10 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	10,4	Motor de la bomba del sistema de enfriamiento de la cizalla
		Hp	1	
		Vn(V)	440	
		L(m)	4,591	
		Fp	0,7	
		Letra de código	B	
		r.p.m	3450	
	M11 (3Φ, 60 Hz)	In(A)	21	Motor de la central hidraulica de la cizalla
		Hp	22	
		Vn(V)	440	
		L(m)	2,61	
		Fp	0,8	
		Letra de código	D	

L(m): longitud en metros desde el armario de control a cada uno de los motores. ver apendice "B" plano 12

Fuente: Propia



Tabla. 3.9 Cálculo del conductor de los motores.

Datos			CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LOS MOTORES				
			Corriente a plena carga (I)	Corriente del conductor (Ic=1,25I)	Capacidad de corriente	Conductor óptimo	*DIAMETRO DE TUBERIA (φ)
M1	Hp	1	4,20	5,25	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	220					
M2	Hp	15	42,00	52,50	6	3# 6 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	220					
M3	Hp	3	4,80	6,00	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M4	Hp	3	4,80	6,00	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M5	Hp	44	48,00	66,00	4	3# 4 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	440					
M6	Hp	50	66,00	82,50	4	3# 4 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	440					
M7	Hp	34	44,35	69,30	4	3# 4 -THW-Cu - 600V	1 φ 1" EMT
	V(V)	440					
M8	Hp	28	33,33	41,66	8	3# 8 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M9	Hp	0,33	0,67	0,84	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					
M10	Hp	1	4,20	5,25	16	3# 12 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	220					
M11	Hp	22	24,20	30,25	10	3# 10 -THW-Cu - 600V	1 φ 3/4" EMT
	V(V)	440					

* Calibre del conductor: Ic x el factor de corrección de temperatura (Fc(36-40)°C: 0.88) con el uso de la Tabla A.1
 ** Corriente a plena carga en amperios de motores trifásicos de corriente alterna ver Tabla A.4
 *** Datos obtenidos de la Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre
 Nota: Tipo de motor Jaula de ardilla (M.I.J.A). Para tener acceso a las tablas utilizadas ver Anexos "A".

Fuente: Propia.



Tabla. 3.9 Cálculo de las protecciones y conductor de puesta tierra

Motor	Corriente a plena carga (I)	PROTECCIONES				***CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA (VERDE)	****DIAMETRO DE TUBERIA (φ)
		SOBRECARGA (I _{SCA})		SOBRECORRIENTE (I _{SC})			
		*I _{SCA(A)} = 1,25*I	**PROTECCIÓN	I _{SC(A)} = 2,5*I	**PROTECCIÓN		
M1	4,20	5,25	3 polos x 15 amp	10,5	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M2	42,00	52,5	3 polos x 60 amp	105	3 polos x 110 amp	1# 8-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M3	4,80	6	3 polos x 15 amp	12	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M4	4,80	6	3 polos x 15 amp	12	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M5	48,00	60	3 polos x 60 amp	120	3 polos x 125 amp	1# 6-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M6	66,00	82,5	3 polos x 90 amp	165	3 polos x 175 amp	1# 6-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M7	44,35	55,4375	3 polos x 60 amp	110,875	3 polos x 125 amp	1# 8-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M8	33,33	41,6625	3 polos x 50 amp	83,325	3 polos x 90 amp	1# 8-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado
M9	0,69	0,8625	3 polos x 15 amp	1,725	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M10	4,20	5,25	3 polos x 15 amp	10,5	3 polos x 15 amp	1# 12-TW-Cu	Conductor incluido en los ductos de fases
M11	24,20	30,25	3 polos x 35 amp	60,5	3 polos x 90 amp	1# 10-TW-Cu	1 φ 1/2" conduit galvanizado

* Se consideró lo establecido en el C.E.N en las secciones 430-32, 33 y 34 (motores con temperatura no mayor de 40°C)

** Tabla. A.5 Capacidad de corrientes nominales normalizadas para protecciones eléctrica

*** Datos obtenidos de la Tabla. A.2 Calibre para conductores de puesta a tierra

**** Datos obtenidos de la Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre

Nota: Para el cálculo de ISC se debe tomar en cuenta la letra del código del motor (Tabla 3.8 Datos de placas de los motores) y se busca Tabla. A.3 Ajuste para los dispositivos de protección el valor por el que hay que multiplicar (2,5). Para tener acceso a las tablas utilizadas ver Anexos "A".

Fuente: Propia

Tabla. 3.10 Cálculo del Sub-alimentador.

SUB-ALIMENTADOR (M1-M2-M3-M4-M9-M10)					
CÁLCULO DEL CONDUCTOR		SOBRECORRIENTE (ISC)		**CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA (VERDE) + TUBERÍA	
Capacidad de corriente	Conductor + Tubería	$I_{SC} = 1,25 \cdot I''M_{my} + \sum I''M_r$ A	Protección		
*Corriente de diseño para el conductor ($I_d = 1,25 \cdot I''M_{my} + \sum I''M_r$) A	Calibre Conductor(AWG/Kcmil)	3# 4 -THW-Cu - 600V + 1 ϕ 1" EMT	71,19	3 x 80 amp	1# 8-TW-Cu + 1 ϕ 1/2" EMT
71,19	4				

* Ic: Corriente a plena carga en amperios de motores trifásicos de corriente alterna, valores tomados de la tabla 3,9; Mmy: motor mayor; Mr: motores restantes

** Datos obtenidos de la Tabla. A.2 Calibre para conductores de puesta a tierra y la Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre

Nota: para cálculo de conductor por capacidad de corriente ver Tabla A.1. Para tener acceso a las tablas utilizadas ver Anexos "A".

Fuente: Propia

3.3.7. FASE VII: Elaborar los planos de fuerza y de control.

Se realizaron los planos de fuerza y de control, basados en el estudio de cargas de los mismos, los cuales permitirán la futura implementación (no contentiva en este proyecto), de dicho diseño de manera eficaz y óptima, ver apéndice “B”.

3.3.8. FASE VIII: Diseño y distribución del pupitre de mandos y del armario de control.

Luego de considerar los equipos y accesorios esenciales que deben utilizarse se procedió a diseñar las estructuras donde permanecerán todos los equipos y elementos esenciales del proceso (PLC, pulsadores, selectores, indicadores visuales etc.) estimados en la fase 3 del presente capítulo.

Dicho diseño fue realizado con la asesoría de la empresa beneficiada, quien dio una importante guía en cuanto a las medidas de las estructuras, las cuales son:



- Armario.
- Pupitre1, pupitre2.
- Panel principal.

Para visualizar sus características y dimensiones, ver apéndice “B”, plano (9), (10) y (11) respectivamente.

3.3.9. FASE IX: Estudiar el software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware

Se recaudó información relacionada con los sistemas SCADA en proyectos de grados, haciendo énfasis en el nivel de programación del mismo, el cual permitió realizar la simulación del proceso. Ver sección 2.7 del capítulo II.

3.3.10. FASE X: Simulación.

La simulación se realizó usando el software Intouch de Factory Suite 2000 de Wonderware, con el cual se comprobó el funcionamiento del sistema de control empleado para la automatización de la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO. Para comprender todo lo concerniente a la misma, ver capítulo IV.

3.3.11. FASE XI: Análisis e interpretación de resultados.

Una vez realizadas las pruebas, se analizaron e interpretaron los resultados obtenidos, quedando plasmadas en detalle en las conclusiones del presente proyecto.



CAPÍTULO IV

SIMULACIÓN

4.1 SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

La simulación del sistema de control para la línea de producción de láminas de hierro negro STAMCO, se representa a través de once (12) ventanas de animación:

- Ventana del proceso general de producción de láminas.
- Ventana del tablero principal
- Ventana de la etapa I
- Ventana de la etapa I en 3D
- Ventana de la etapa II
- Ventana de la etapa II en 3D
- Ventana del pupitre 1
- Ventana del pupitre 2
- Ventana de alarma
- Ventana de simulación
- Ventana de información
- Ventana de la gráfica del encoder.

Para una mejor comprensión de los diferentes accesos a las ventanas, Ver diagramas de flujos en el apéndice “C”.



4.1.1 VENTANA DEL PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN DE LÁMINAS.

En esta ventana el operador observa todo el proceso de producción de láminas de hierro negro STAMCO. Este se inicia desde que se cargan las cuatro bobinas hasta el corte de las mismas, y desde ésta se tiene acceso directo a las demás ventanas, accionando los botones que corresponden con sus nombres: etapa I, etapa I en 3D, etapa II, etapa II en 3D, información, simulador, tablero principal, alarma, gráfica, pupitre 1, pupitre 2. También se encuentran los botones “Anterior” y “Siguiete”, que se conectan a las ventanas de etapa II en 3D y etapa I, respectivamente.

En la figura. 4.1 se observa la ventana de animación en donde se especifica cada una de las etapas del proceso de producción de láminas:

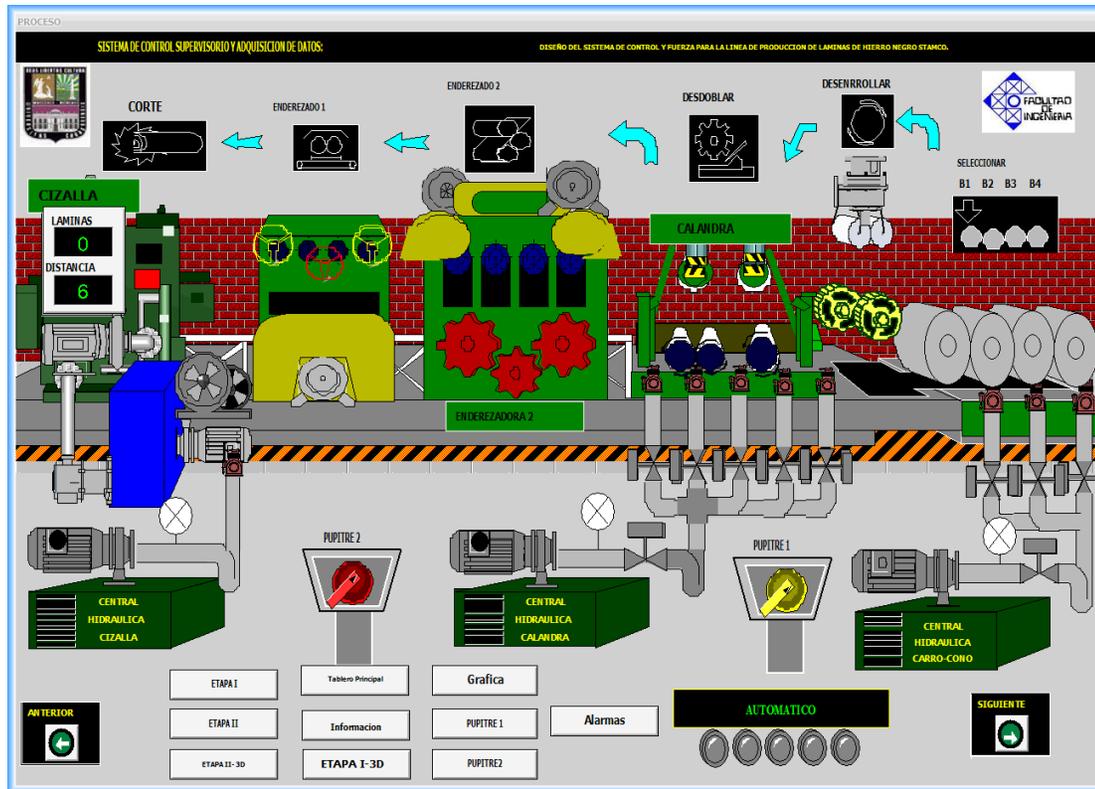


Figura 4.1 Proceso General.
Fuente: propia

4.1.2 VENTANA DEL TABLERO PRINCIPAL

En la ventana del tablero principal el operador tiene acceso a los pulsadores descritos a continuación:

Panel Principal:

- Inicio: con el que el operador inicia el proceso de producción.
- Parada: donde el operador detiene el proceso de producción según la planificación de producción al pulsar este botón.



- “reset”: para configurar todas las variables a su estado inicial de apagado, por lo que debe limitarse solo a la manipulación del personal calificado.
- Parada de emergencia: que detiene el proceso de producción cuando se presenta algún evento no planificado que ponga en riesgo la seguridad de los trabajadores o al sistema de producción.

Adicionalmente se tiene otros pulsadores como:

- Espesor: que elige la enderezadora utilizada según el espesor de la lámina a trabajar. Si la lámina a procesar es mayor 10 mm se trabaja con la enderezadora 2, mientras la enderezadora 1 se comporta como una guía. Si la lámina a procesar es menor 10 mm, ocurre lo contrario para las enderezadoras.
- Longitud: que elige la longitud en metros, en la cual se realizarán los cortes de la lámina, según la planificación de producción. Si la lámina a producir es de 6 m, se pulsa el botón “6”. Si la lámina a producir es de 12 m, se pulsa el botón “12”.
- Marcha SHCA: que pone en marcha el sistema hidráulico del carro en forma manual.
- Marcha SHCL: que coloca en marcha el sistema hidráulico de la calandra en forma manual.

También se encuentran los siguientes selectores:

- Controles de los sistemas hidráulicos: son de dos posiciones, “ON” y “OFF”, que permiten al operador encender o apagar los sistemas hidráulicos del carro porta bobina, la calandra y la cizalla.

- Sistema en modo automático o manual: es de tres posiciones donde el operador elige el modo de control del sistema de producción. En modo automático los sensores configuran las variables que se manejan en el proceso de producción; en modo manual el operador toma la decisión de accionar las variables tales como: subir y bajar, adelante y atrás, extraer y retraer, parar, girar manualmente y girar automáticamente; en modo Off el sistema no funciona.

A continuación se muestra la figura 4.2 que contiene la ventana del tablero principal:

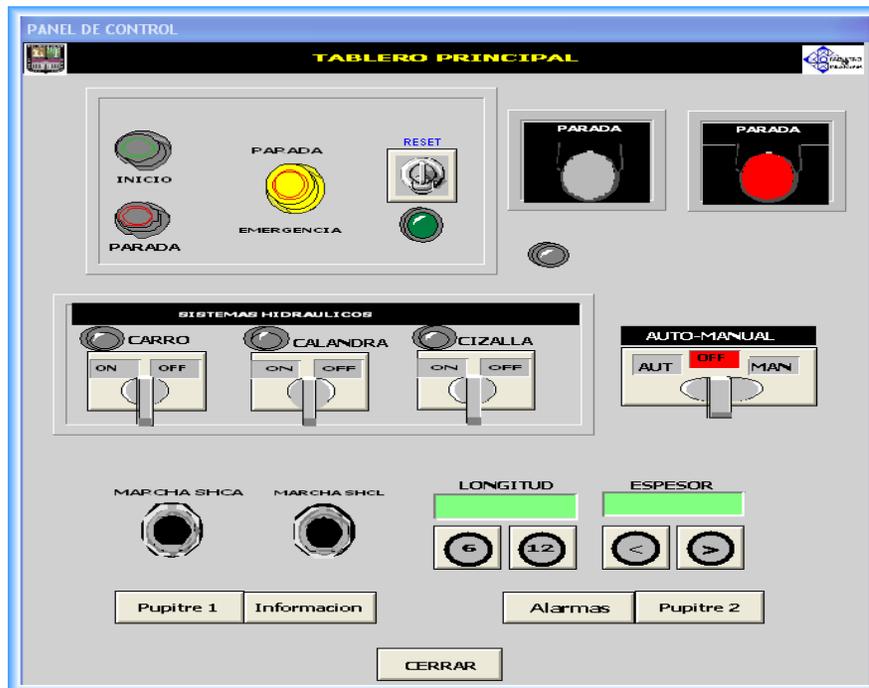


Figura. 4.2 Tablero Principal.
Fuente: propia

4.1.3 VENTANA DE LA ETAPA I

En la ventana de la etapa I el operador observa el proceso donde las 4 bobinas son colocadas en la plataforma y posteriormente el carro porta bobinas lleva cada una hasta los conos para desenrollarla, y luego pasa por la calandra. Este proceso se representa en una vista de planta.

El operador también observa el panel de sensores 1 para esta etapa del proceso, que se conforma de los siguientes operadores visuales: encendido y apagado del sensor P1, P2, BB, FC3, FC6, SC, SBC, S1, S2, FC1, FC2, FC4, FC5, FC11, FC8, FC9, FC12 y EXTENDER_PUNTA.

A continuación se muestra la figura 4.3 que contiene la ventana de la etapa I:

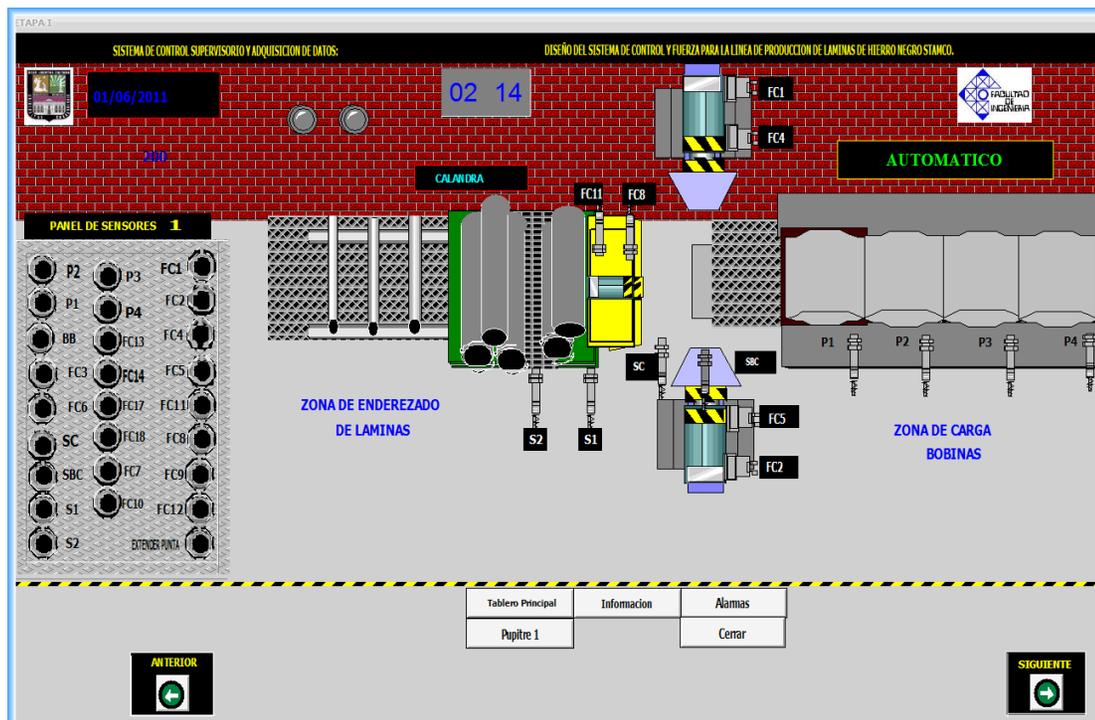


Figura. 4.3 Etapa I.
Fuente: Propia.

4.1.4 VENTANA DE LA ETAPA I EN 3D

En esta ventana se puede observar el proceso descrito en la sección anterior (Sección 4.1.3), representado en una vista 3D.

A continuación se muestra la figura 4.4 que contiene la ventana de la etapa I en 3D:

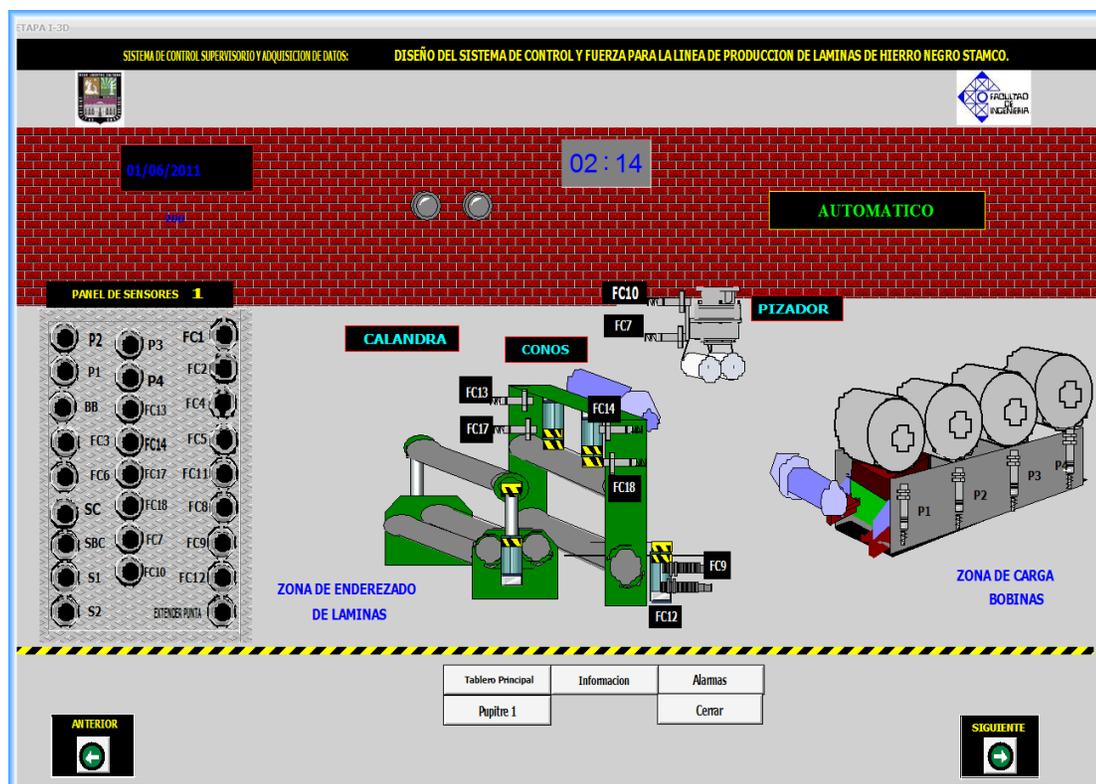


Figura. 4.4 Etapa I en 3D.
Fuente: Propia

4.1.5 VENTANA DE LA ETAPA II

En la ventana de la etapa II el operador observa el proceso desde que la lámina llega a la enderezadora 2, pasando por la enderezadora 1, hasta llegar a la cizalla donde se produce el corte. Este proceso se representa solo en la vista de planta.

El operador visualiza el panel de sensores 2 para esta etapa del proceso, que se conforma de los siguientes indicadores visuales: encendido y apagado del sensor S3, S4, S5, FC21, FC22, FC23, FC15, FC24, FC25, FC26, FC16, FC19 y FC20.

A continuación se muestra la figura. 4.5 que contiene la ventana de la etapa II:

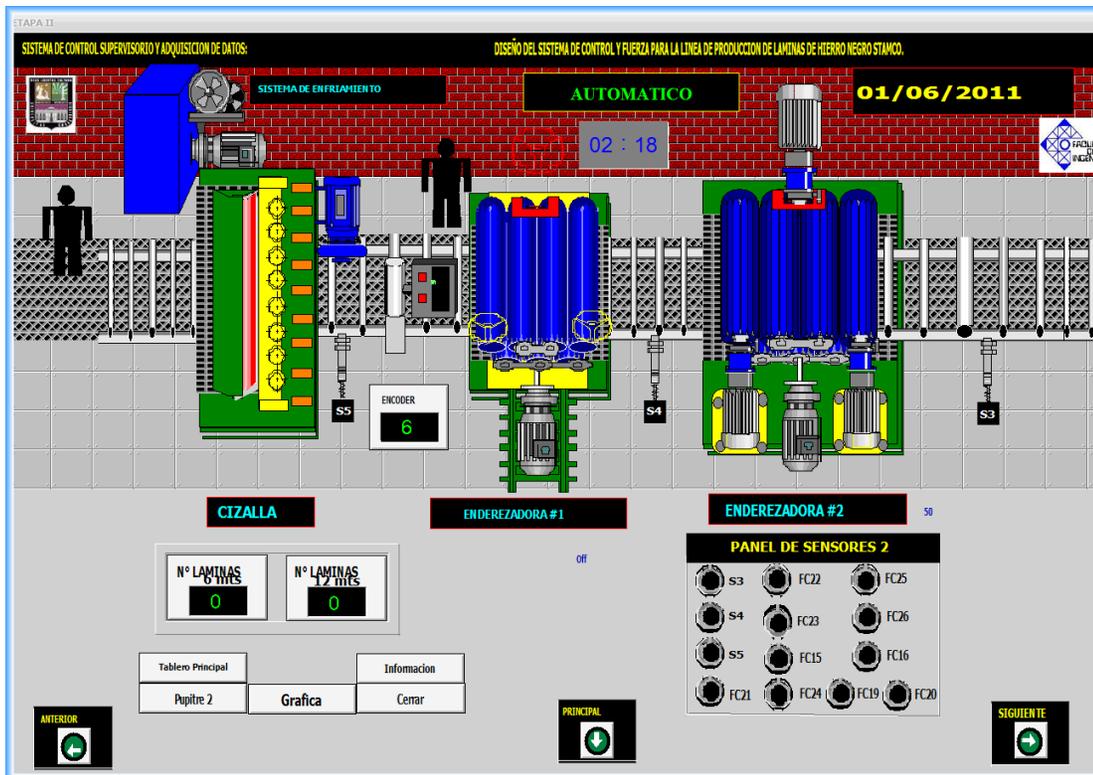


Figura. 4.5 Etapa II.
Fuente: Propia

4.1.6 VENTANA DE LA ETAPA II EN 3D

El operador observa el proceso desde que la lámina llega a la enderezadora 2, pasando por la enderezadora 1 hasta llegar a la cizalla donde se produce el corte, en una vista 3D.

En esta ventana el operador visualiza el panel de sensores 2 para esta etapa del proceso, tal como se menciona en la ventana de la etapa II (sección 4.1.5).

A continuación se muestra la figura. 4.6 que contiene la ventana de la etapa II en 3D:

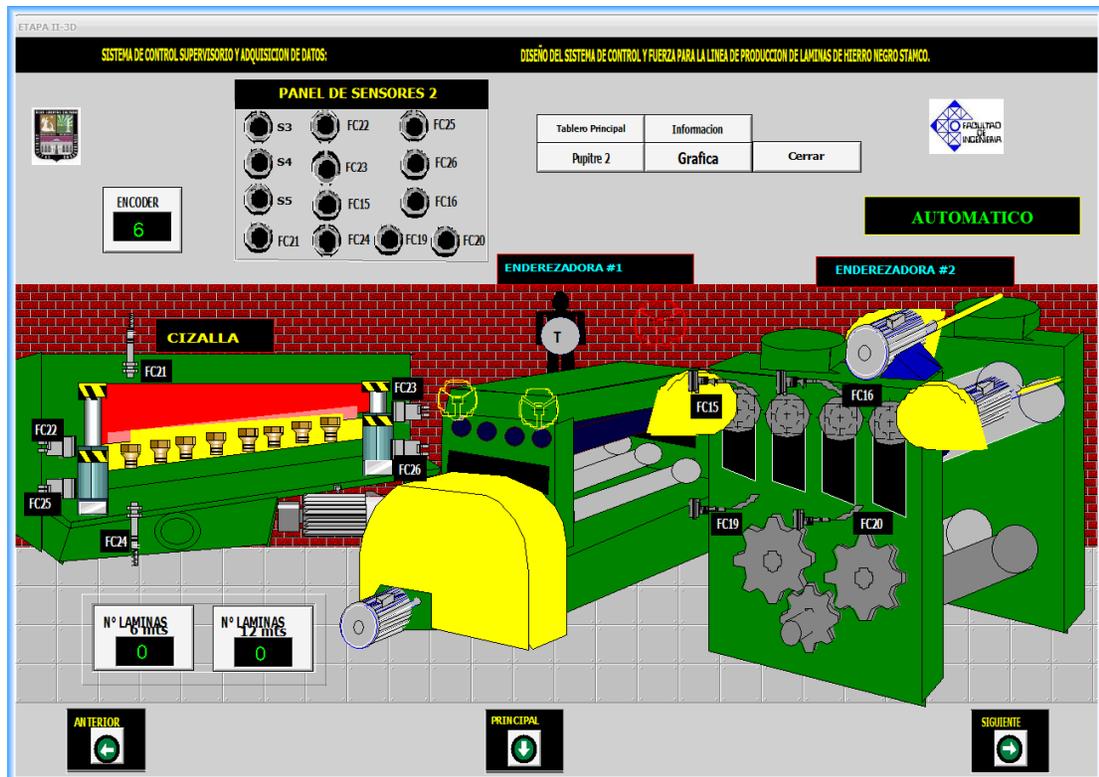


Figura. 4.6 Etapa II en 3D.
Fuente: Propia



4.1.7 VENTANA DEL PUPITRE 1

En esta ventana el operador visualiza todos los controles del panel de mando N° 1 cuando el proceso se encuentra configurado en modo automático. Si el proceso se encuentra en modo manual, el operador además de visualizar, puede manipular estos controles, los cuales se mencionan a continuación:

Selectores:

- Mesa carro: que permite al operador controlar las acciones del carro para subir (SUB) o bajar (BAJ) la mesa.
- Carro: que lo lleva hacia adelante (ADE) o hacia atrás (ATR) dependiendo de la acción requerida.
- Conos: para accionar los conos extendiéndolos (EXT) o retrayéndolos (RET).
- Pisador: se acciona para hacer bajar (BAJ) o subir (SUB) el pisador.
- Mesa Desp.: designado para hacer que la mesa despuntadora baje (BAJ) o suba (SUB).
- Punta mesa: tiene como acción extender (EXT) la punta de la mesa despuntadora o retraerla (RET).
- Girar conos: hace girar los conos, ya sea de forma horaria o anti-horaria, según el requerimiento, para posicionar la punta de la lámina respecto a la mesa despuntadora.

Adicionalmente, se cuenta con dos pulsadores, los cuales son:

- Doblar material: hace bajar el segundo rodillo que se encuentra en la calandra, cuando se requiera enderezar aún más la lámina.
- Extender punta: se utiliza con el fin de continuar el proceso en modo automático, después de posicionar la bobina de forma adecuada.

A continuación se muestra la figura. 4.7 que contiene la ventana del pupitre 1:

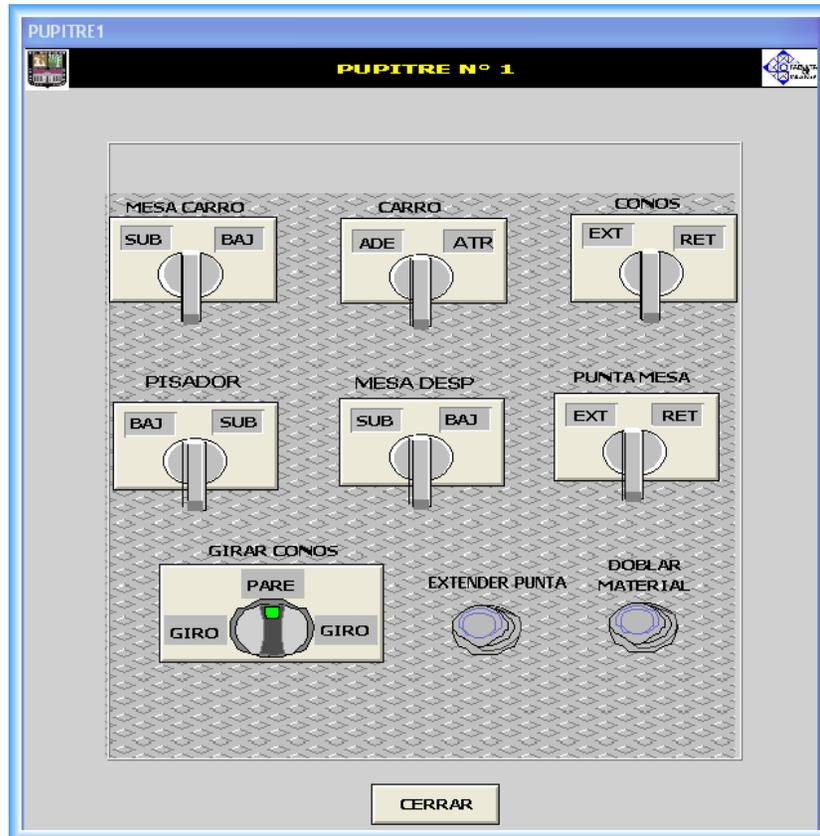


Figura. 4.7 Pupitre N° 1
Fuente: Propia

4.1.8 VENTANA DEL PUPITRE 2

El operador visualiza todos los controles del pupitre N° 2 en esta ventana, cuando el proceso se encuentra configurado en modo automático. Por otra parte, si se encuentra en modo manual, el operador puede manejar los siguientes selectores:

- Cizalla: permite al operador accionar la cizalla para realizar el corte a la lámina, haciendo subir (SUB) o bajar (BAJ) la guillotina.

- Rodillo E2: usado para activar los motores que hacen subir (SUB) o bajar (BAJ) los rodillos superiores de la enderezadora 2.
- Ocho pisadores: empleado para subir (SUB) o bajar (BAJ) los ocho pisadores que sujetan la lámina al momento de realizar el corte.
- Rodillos E1-E2: acciona los motores que hacen girar los rodillos inferiores de las enderezadoras 1 y 2.

A continuación se muestra la figura 4.8 que contiene la ventana del pupitre 2:

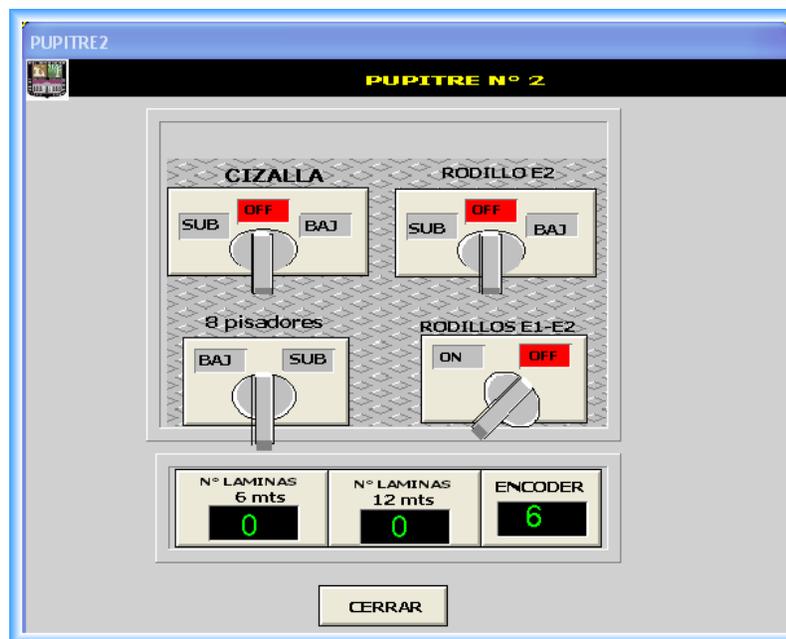


Figura. 4.8 Pupitre 2
Fuente: Propia

4.1.9 VENTANA DE ALARMA

En esta ventana se muestran algunas fallas que se pueden presentar eventualmente en el proceso, como por ejemplo: en los sistemas hidráulicos, en los

rodillos de arrastre, en los conos desenrolladores o en los rodillos superiores de la enderezadora 2.

A continuación se muestra la figura. 4.9 que contiene la ventana de alarma:

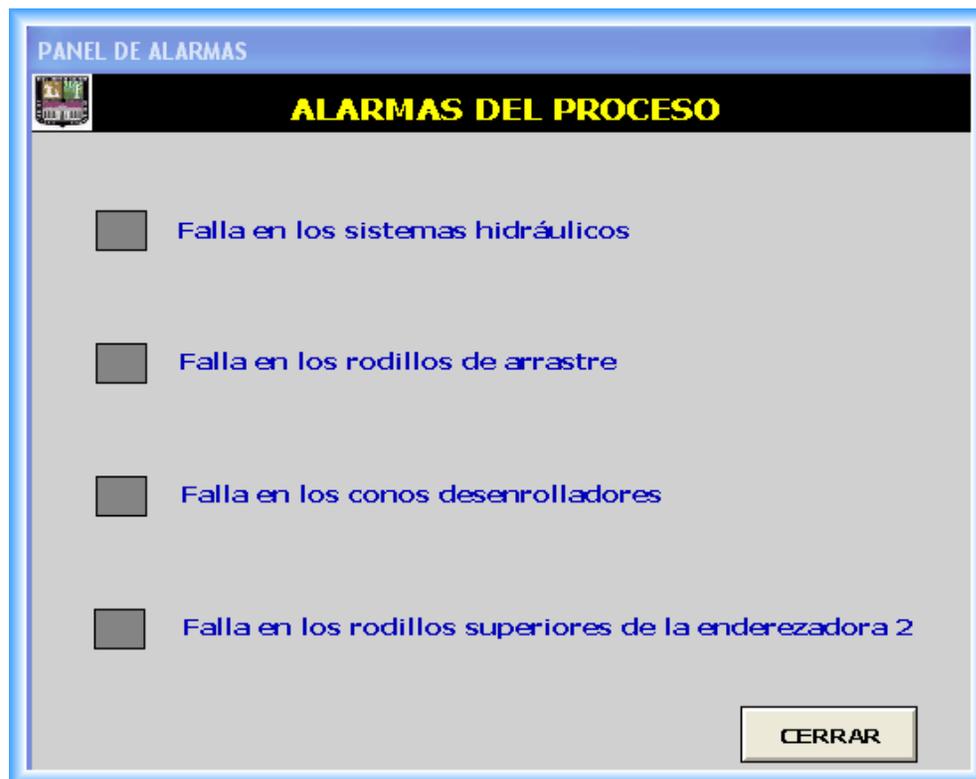


Figura. 4.9 Ventana de alarmas
Fuente: Propia

4.1.10 VENTANA DE INFORMACIÓN.

Ventana que muestra una leyenda de todos los componentes del sistema e indica la manera en que se visualizan éstos cuando se encuentran encendidos (ON) o apagados (OFF) y sus respectivos colores. Los componentes a que se hace mención son los siguientes: tubería hidráulica, bomba hidráulica, sensor inductivo, electro-



válvulas, línea indicativa, actuadores, indicador de presión, bobina de hierro, sensor inductivo, Led de sensores, motor de los conos, sensor magnético, motor eléctrico, giro de los rodillos y motor hidráulico.

En ésta, el operador también puede acceder a las imágenes fotográficas, con las características y componentes principales de cada una de las máquinas que se nombran a continuación: calandra, conos, pisador, enderezadora 1, enderezadora 2, cizalla, sistema de enfriamiento, motores, con solo dar clic a los botones que se identifican con el nombre.

Además, se muestran cuatro botones en los cuales se puede obtener información de los autores, PLC, sensores y elementos de control.

- Calandra: donde se tiene acceso a la información de la máquina utilizada para enhebrar y enderezar láminas de acero, dicha máquina tiene como características principales las siguientes: 3 rodillos inferiores, 2 rodillos superiores, 1 mesa despuntadora, 1 punta de mesa, y 1 motor eléctrico con sus datos de placa que coloca en funcionamiento el sistema hidráulico.
- Conos: éste muestra la información de la máquina encargada de sostener y desenrollar la bobina una vez puesta en marcha el proceso. Posee como características principales: 2 actuadores lineales hidráulicos, 2 cilindros de soportes y 1 motor eléctrico con sus datos de placa.
- Pisador: a través del cual el operador tiene acceso a la información del pisador, que es la máquina encargada de mantener presionada a la bobina en los conos una vez cortado el fleje.



- Enderezadora 2: presenta al operador la información de la máquina que tiene como función enderezar las láminas de aceros. Dicha máquina posee 3 rodillos inferiores accionados por 1 motor eléctrico. Además lleva 4 rodillos superiores, 2 de ellos (rodillos laterales) accionados por un motor eléctrico.

- Enderezadora 1: se muestra la información de la máquina usada con el fin de enderezar las láminas de aceros. Contiene 3 rodillos inferiores accionados por 1 motor eléctrico. Además, posee 4 rodillos superiores movidos por un operador a través de 3 tornillos sin fin.

- Cizalla: muestra la información de la máquina encargada de hacer los cortes de las láminas de acero una vez ya enderezadas. Posee 8 pisadores hidráulicos, 2 actuadores lineales, 1 cuchilla de corte y 1 motor eléctrico con sus datos de placas.

- Sistemas de enfriamiento: muestra la información del sistema de enfriamiento que mantiene a una temperatura óptima la cizalla, dicho sistema contiene 1 bomba centrífuga. Además, posee 1 ventilador con sus respectivos datos de placa.

- Autores: contiene los nombres de los autores del “SISTEMA DE CONTROL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LÁMINAS DE HIERRO NEGRO STAMCO” y el nombre del tutor académico.

- PLC: donde el operador tiene acceso a la información del PLC usado para controlar el proceso.

- Sensores: el operador tiene acceso a la información de los sensores utilizados en el proceso, ya sean Inductivos o Magnéticos o según su aplicación.
- Elemt. Ctrl (Elementos de Control): donde se obtiene la información de las Electro-Válvulas y Actuadores Hidráulicos del proceso. Algunas características de las Electro-Válvulas son las siguientes: 4/3 vías con doble solenoide y alimentación de 120 V AC / 24 V DC. Con respecto a los Actuadores Hidráulicos son de tipo doble efecto y de alimentación hidráulica.

Para visualizar los elementos de la ventana de información (Ver apéndice “C”).

A continuación se muestra la figura. 4.10 que contiene la Ventana de Información:



Figura. 4.10 Información
Fuente: Propia

4.1.11 VENTANA DE LA GRÁFICA DEL ENCODER

Con esta ventana el operador tiene acceso a la gráfica del encoder, que representa los metros de láminas producidas por tiempo expresado en segundos.

A continuación se muestra la figura. 4.11 que contiene la Ventana de la gráfica del encoder:



Figura. 4.11 Gráfica del Encoder
Fuente: Propia

Finalmente, existe una diversidad de información que se puede visualizar en ventanas comunes.



A continuación se muestra la tabla 4.1 que contiene información común de todas las ventanas del proceso

Tabla. 4.1 Información común de las ventanas del proceso

Acción	N. de laminas	Distancia	Luz piloto	Indicador modo Manual/Automático	Fecha y hora	Indicadores visuales	anterior	Siguiente	Principal
Ventana									
Proceso general	X	X	X	X		X	X	X	
Tablero principal			X	X		X			
Etapa I			X	X	X	X	X	X	
Etapa I en 3D			X	X	X	X	X	X	
Etapa II	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Etapa II en 3D	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pupitre 1						X			
Pupitre 2	X	X				X			
Alarma						X			
información						X			
Grafica del encoder	X	X				X			

Fuente: Propia

4.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL PLC S7 300 DE SIEMENS Y EL SCADA

Para establecer la comunicación entre el PLC y el sistema SCADA Intouch, se utilizó un cable MPI/SERIAL o MPI/USB, además del software Top Server, OPC Server y OPC Link, todo esto desarrollando los siguientes pasos:

➤ Programación del PLC:

Antes de realizar la comunicación, es necesario programar el PLC, para lo cual ha sido utilizado el método de diagrama en escalera realizado en el programa

Step7 (ver capítulo III). Por otra parte, también son requeridos los ‘scripts’ de animación en el sistema Scada.

Luego de realizada la programación, se procede a transmitir el programa al PLC a través del cable MPI [16].

➤ **Configuración del servidor IBH OPC:**

El IBH OPC Server, permite leer los datos del PLC Siemens S7 300 y transferirlos al Quick Client en el top Server, lo cual se realizó de la siguiente manera:

- Al iniciarse el **IBH OPC Server**, se despliega la ventana del editor y se configura el proyecto como nuevo, insertando un nuevo PLC a través del Opceditor1. Se estableció: el nombre del PLC: **ASD**, con especial cuidado ya que este debe coincidir con el del **Acess Path** en el direccionamiento de los datos del SCADA, y el protocolo de comunicación: S7 Simatic Net, como se muestra en la figura 4.12.

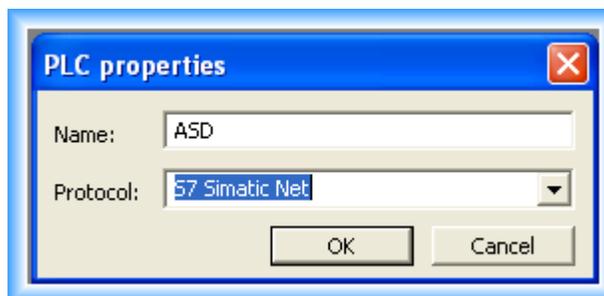


Figura 4.12 Propiedades del PLC (Nombre y protocolo de comunicación)
Fuente: propia



- Luego se realizó la conexión del PLC y una vez seleccionado el modo MPI, se ajustaron los parámetros de la interfaz PG/PC configurando: el punto de acceso a la aplicación S7 online step7 PC adapter(MPI), la parametrización PC adapter MPI, la dirección, el “time out” 30 s, la velocidad de transferencia 187,5 Kbits/s, la dirección de estación más alta 31, la conexión local USB.
- Posteriormente, se agregaron las variables que se van a observar en el sistema SCADA Intouch y se transfiere el programa al OPC Server para terminar la configuración del servidor [16].

A continuación se muestran las figuras 4.13, 4.14 y 4.15 que contienen las variables de salida, entradas y bit internos del proceso respectivamente, que observará el SCADA, y que son activadas en “Active”

IBH OPC Editor - [Variables<ASD> - ASD-IBH-SERVER]

File Edit View Window Help

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
— KM1	A0.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM2	A0.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM3	A0.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM4	A0.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM5	A0.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV1	A0.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV2	A0.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM6	A0.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM7	A1.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM8	A1.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM9	A1.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM10	A1.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM11	A1.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM12	A1.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM13	A1.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM14	A1.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM15	A2.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM16	A2.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM17	A2.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM18	A2.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM19	A2.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM20	A2.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM21	A2.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM22	A2.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM23	A3.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM24	A3.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM25	A3.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM26	A3.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM27	A3.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM28	A3.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM29	A3.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM30	A3.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM31	A4.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM32	A4.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM33	A4.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM34	A4.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM35	A4.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM36	A4.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV3	A4.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV4	A4.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV5	A5.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV6	A5.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV7	A5.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— EV8	A5.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— LUZ VERDE	A5.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— LUZ ROJA	A5.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— SIRENA	A5.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— LUZ VERDE1	A5.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— LUZ VERDE2	A124.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— LUZ VERDE3	A124.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
— KM37	A124.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL

Figura. 4.13 Selección de variables salida
Fuente: Propia

IBH OPC Editor - [Variables<ASD> - ASD-IBH-SERVER]

File Edit View Window Help

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
A						
E						
INICIO	E0.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA	E0.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RESET	E0.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA DE EMER...	E0.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SIST. HI...	E0.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SIST. HI...	E0.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SIST. HI...	E0.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA SIST. HID...	E0.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA SIST. HID...	E1.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
PARADA SIST. HID...	E1.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MAYOR 10CM	E1.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MENOR 10CM	E1.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
6 MT	E1.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
12MT	E1.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MANUAL	E1.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
AUTO	E1.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P1	E2.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P2	E2.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P3	E2.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
P4	E2.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RETROCEDER CO...	E2.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR PISADOR	E2.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC7	E2.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR CONOS DER.	E3.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR CONOS IZQ.	E3.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC8	E3.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EXTENDER PUNTA	E3.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC9	E3.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC24	E3.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC10	E3.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC25	E3.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC11	E4.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC26	E4.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC12	E4.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S1	E4.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S2	E4.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S3	E4.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC13	E4.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC14	E4.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL

Figura. 4.14 Selección de variables entradas
Fuente: Propia

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
FC14	E4.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC15	E5.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC16	E5.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC17	E5.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC18	E5.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S4	E5.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
S5	E5.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC22	E5.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC23	E5.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR ROD. CALA...	E6.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUB. ROD. CALAN...	E6.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUB. ROD. ENDER...	E6.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJ. ROD. CALAN...	E6.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR DOBLAR MAT	E6.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
GIRAR ROD. E1YE2	E6.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR PISADORES	E6.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR CUCHILLA	E7.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR PISADORES	E7.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
CORTE	E7.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJ. MESA DESP.	E7.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RETRAER PUNTA	E7.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR PISADOR	E7.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUB. MESA DESP.	E7.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
EXTENDER CONOS	E8.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR DOBLAR MAT	E8.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC21	E8.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJ. ROD. ENDER...	E12.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
RETROCEDER CAR...	E13.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SHCA	E124.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
MARCHA SHCL	E124.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SBC	E124.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC1	E124.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC2	E124.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BB	E124.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC3	E124.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SC	E124.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
SUBIR MESA	E125.0	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
CARRO AVANZA	E125.1	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC19	E125.2	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC4	E125.3	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC5	E125.4	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
BAJAR MESA	E125.5	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC6	E125.6	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL
FC20	E125.7	BOOL	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_BOOL

Figura. 4.14 Selección de variables entrada (continuación)
Fuente: Propia

Name	Address	PLC type	Length	Active	Write protection	OPC type
A						
E						
M						
Contador Bobina	MW14	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Contador BInt	MW18	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte1	MW20	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte1I	MW24	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte6	MW28	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
corte6I	MW32	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte12	MW36	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
Corte12I	MW40	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2
METROS	MW50	WORD	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VT_UI2

Figura. 4.15 Selección de variables Bits internos
Fuente: Propia

Una vez activadas, las variables aparecen como listas, en las figuras 4.16, 4.17 y 4.18 se pueden apreciar algunas de ellas:

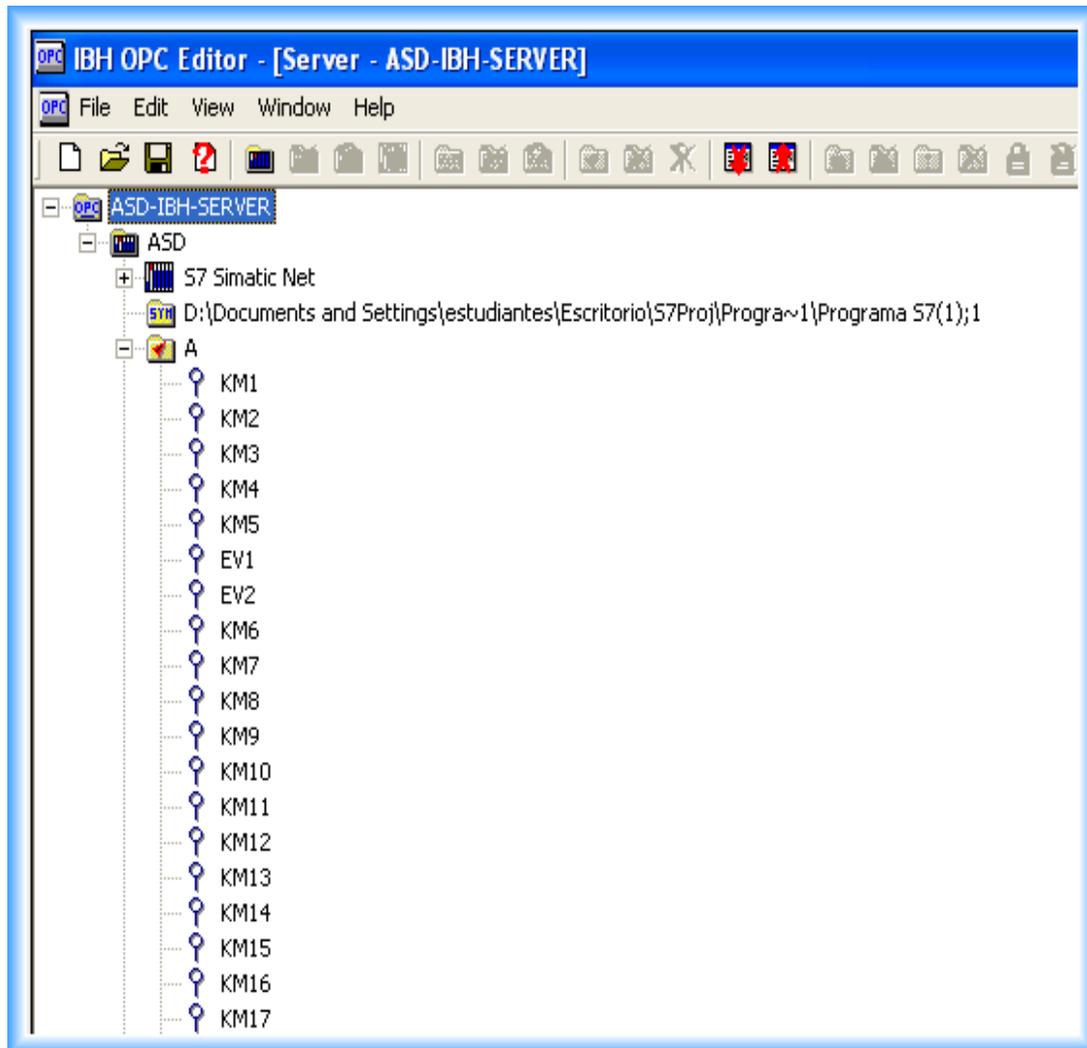


Figura. 4.16 Salidas Var. Seleccionadas
Fuente: Propia

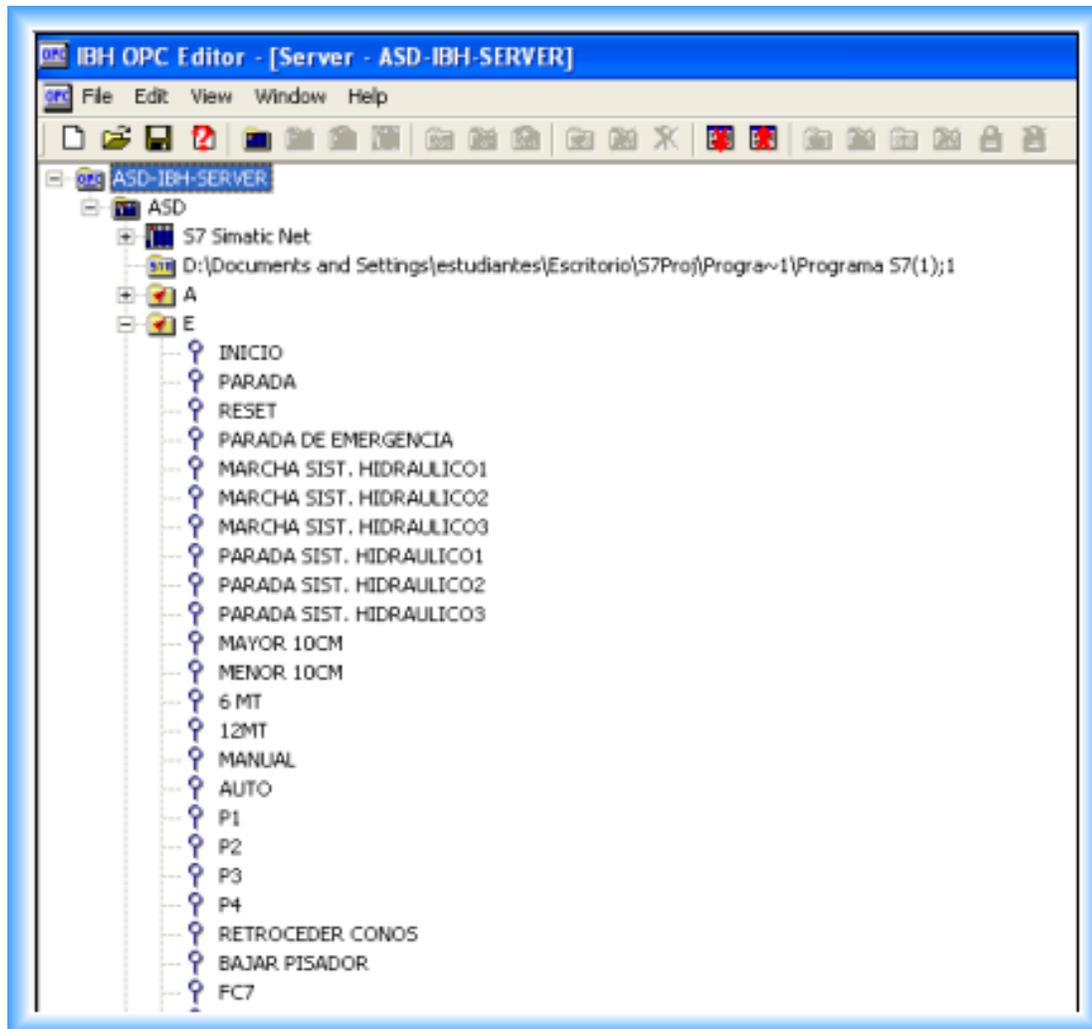


Figura. 4.17 Entradas Var. Seleccionada
Fuente: Propia

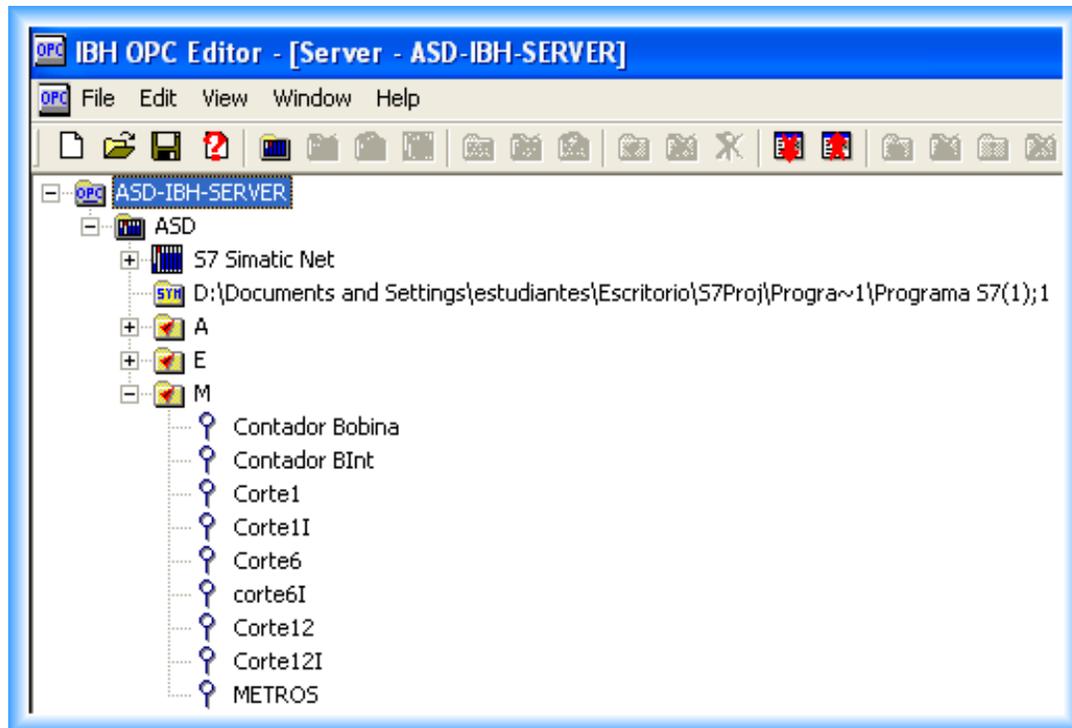


Figura. 4.18 Bits internos Var. Seleccionada
Fuente: Propia

➤ **Configuración del Quick Client:**

Para acceder al Quick Client, se debe iniciar el top server (ver figura 4.19), seguidamente se desplegará la ventana Top server – “runtime” y finalmente se realiza doble clic en el ícono, como se muestra en la figura 4.19.



Figura. 4.19 Icono top server
Fuente: Propia

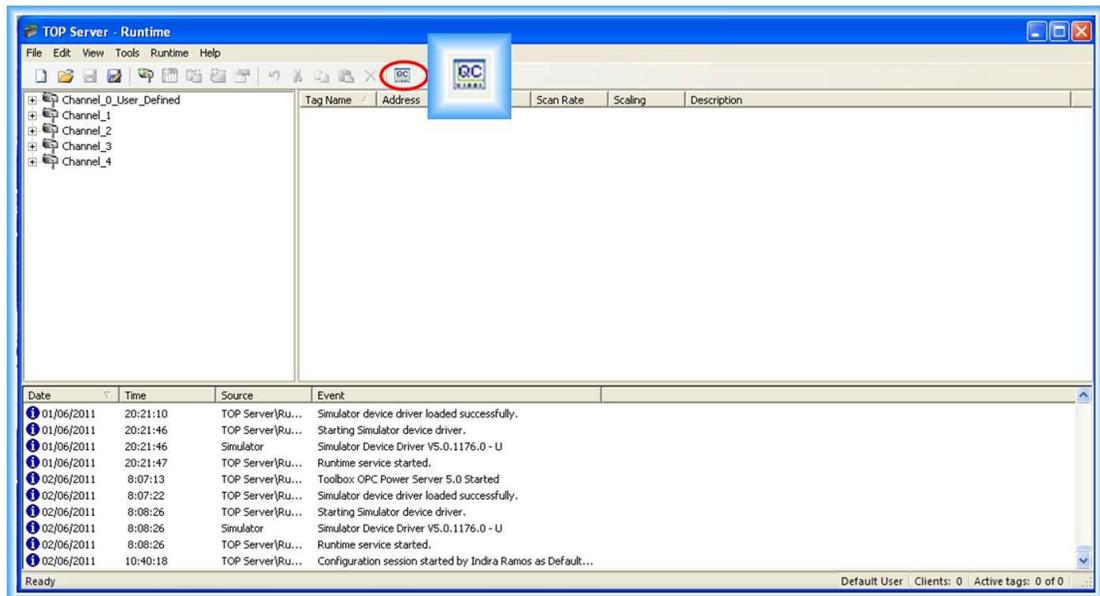


Figura. 4.20. Ventana Top server – “runtime”
Fuente: Propia.

A través del Quick Client se configuran los ítems que serán asociados con los ‘tagnames’ del Intouch de la siguiente manera: se selecciona el editor y la conexión del servidor. Luego se crea el nuevo grupo de variables y los nuevos ítems para todas las salidas y bits internos que se requieren asociar a un ‘tagname’ en el Intouch.

Para verificar que la comunicación entre el PLC y el Quick Client está establecida, los ítems deben ser reconocidos y la calidad debe ser buena (“Quality: Good”) [16], tal como se muestra en las figuras 4.21, 4.22 y 4.23.

OPC Quick Client - ASD-CLIENT.otc

File Edit View Tools Help

IBHSoftec.IBHOPC.DA

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
ASD.A.EV1	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV2	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV3	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV4	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV5	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV6	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV7	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.EV8	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM1	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM10	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM11	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM12	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM13	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM14	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM15	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM16	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM17	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM18	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM19	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM2	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM20	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM21	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM22	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM23	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2
ASD.A.KM24	Boolean	0	10:46:38.734	Good	2

Figura. 4.21 Estado de algunos ítems de salida creados en el Quick Client.
Fuente: Propia.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
ASD.E.EXTENDER ...	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.EXTENDER ...	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC1	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC10	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC11	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC12	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC13	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC14	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC15	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC16	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC17	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC18	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC19	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC2	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC20	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC21	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC22	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC23	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC24	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC25	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC26	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC3	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC4	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2
ASD.E.FC5	Boolean	0	10:46:38.500	Good	2

Figura. 4.22 Estado de algunos ítems de entrada creados en el Quick Client.
Fuente: Propia.

Item ID	Data Type	Value	Timestamp	Quality	Update Count
ASD.M.Contador ...	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.Contador ...	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.Corte1	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.Corte12	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.Corte12I	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.Corte1I	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.Corte6	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.corte6I	Word	0	10:46:38.515	Good	2
ASD.M.METROS	Word	0	10:46:38.515	Good	2

Figura. 4.23 Estado de algunos ítems de bits interno creados en el Quick Client.
Fuente: Propia.

➤ **Configuración del OPC Link:**

Esta configuración permite establecer comunicación entre el SCADA Intouch y el Quick Client del Top Server y se realiza de la siguiente manera: se inicia el **OPC Link**, se abre un archivo nuevo y se crean los datos: nombre del tópic “**ASD**”, nombre del servidor OPC: **IBHSoftec.IBHOPC.DA.1** [16], como se muestra en la figura 4.23.

OPCLink Topic Definition

Topic Name: ASD

Node Name: ...

OPC Server Name: IBHSoftec.IBHOPC.DA.1

OPC Path:

Update Interval: 1000 ms Enable access to update interval

Poke asynchronously Mode After Poke: None

Transaction Timeout: 180000 ms

Poke mode:

- Control mode
- Transition mode
- Full optimization

Lifecycle Settings

Lifecycle

Timeout: 0 ms

OK Cancel Browse Help

Figura. 4.24 Ventana OPCLink Topic Definition
Fuente: Propia

➤ **Configuración de los ‘tagnames’:**

En esta parte, se crearon los ‘tagnames’ en el SCADA Intouch y se les asocia a los respectivos ítems. Se crean las listas de tags en el Intouch y además, se crea el access name en WindowMaker [16] y se configuran sus propiedades rellendo los siguientes campos: access, application name (OPCLink, que es el software que permite al Intouch comunicarse con el PLC), “topic name” (que es el mismo nombre del tópico creado en el OPC Link), tal como se observa en figura 4.24.

Modify Access Name

Access: STAMCO

Node Name:

Application Name: OPCLink

Topic Name: ASD

Which protocol to use:

DDE SuiteLink Message Exchange

When to advise server:

Advise all items Advise only active items

Enable Secondary Source

Buttons: OK, Cancel, Failover

Figura. 4.25 Ventana de configuración del Access Name
Fuente: Propia

A continuación se muestran algunos de los ‘tagname’ creados en el SCADA en la Figura 4.25:

Tagname	Tag Type	Access Name	Alarm Group
FC10	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC11	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC12	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC13	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC14	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC15	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC16	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC17	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC18	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC19	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC2	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC20	I/O Discrete	STAMCO	\$System
FC21	I/O Discrete	STAMCO	\$System

Figura 4.26 Lista de algunos ‘tagname’ creados en el SCADA
Fuente: Propia.

Una vez creado el acces name, se procede a hacer el enlace de los ‘tagnames’ con los ítems del Quick Client. Para esto se debe direccionar los datos desde el Intouch como se explica a continuación: se coloca la letra con el tipo de dato que se está direccionando, se coloca el nombre del Access Path, el cual fue definido en la configuración del IBH OPC como (nombre del PLC “ASD”) y se escribe la dirección de memoria o el nombre del ítem en el Quick Client [16], como se muestra en la figura 4.26.

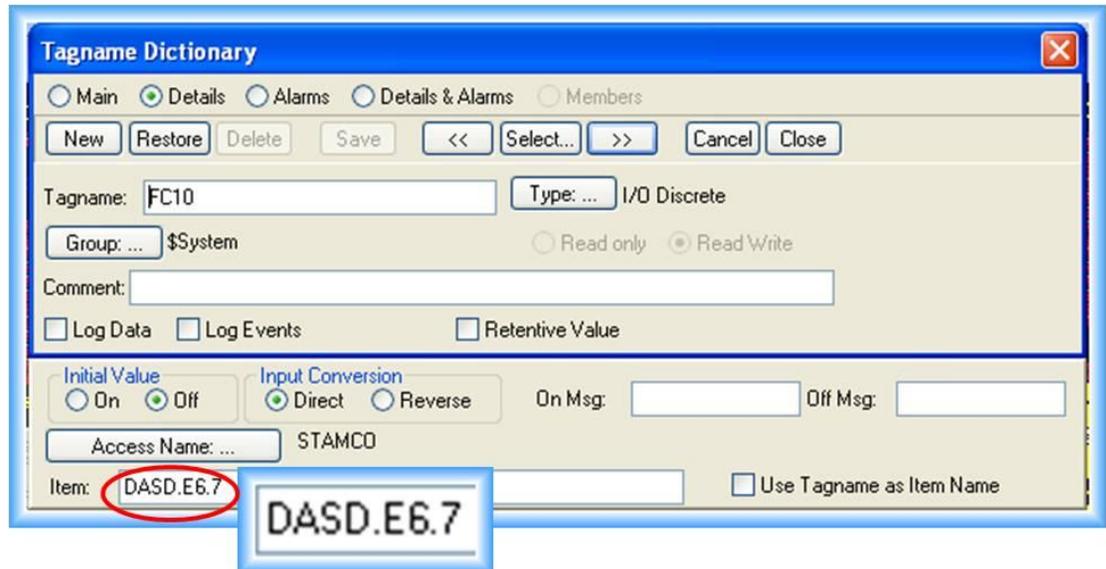


Figura 4.27 Direccionamiento de los ‘Tagname’
Fuente: Propia.

Se procede a asociar estos ‘tags’ con los ítems, con lo cual se termina el proceso de configuración de los servers y el Intouch para establecer una comunicación satisfactoria.

Una vez establecida la comunicación aparece la siguiente información en la ventana Principal del OPCLink, tal como lo indica la figura 4.28.

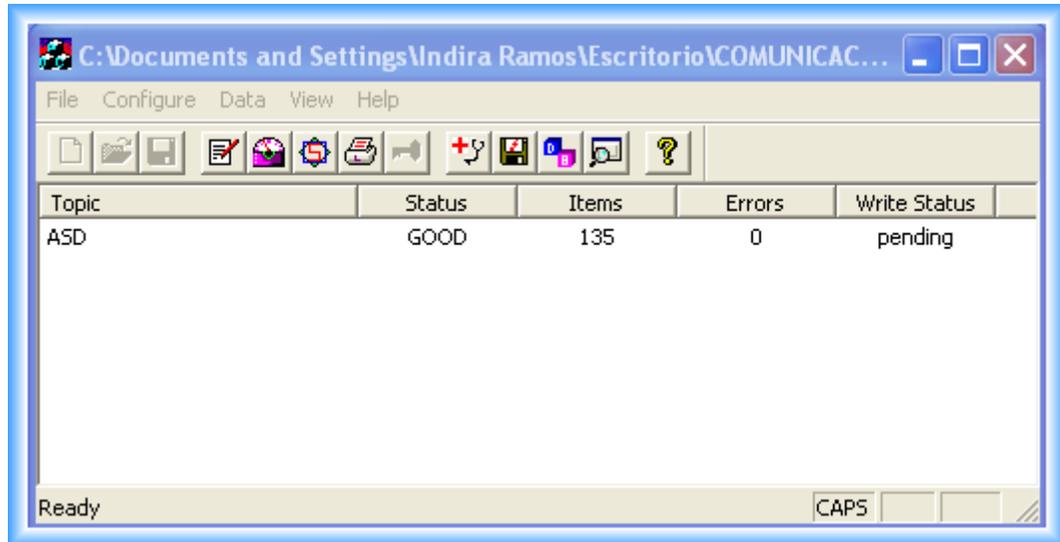


Figura. 4.28 Mensaje en la ventana principal del OPCLink
Fuente: propia



CONCLUSIONES

Una vez desarrollada la ingeniería básica y de detalle para el diseño del sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de Hierro Negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A, ubicada en Tinaquillo – Edo. Cojedes, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Mediante la información obtenida del proceso de producción sobre las operaciones del sistema se logró determinar los requerimientos del proyecto por parte de la empresa beneficiada, quedando establecida en tres etapas las cuales son: carga, enderezado y corte de la bobina de trabajo respectivamente, también se identificaron las variables tanto de entrada como salida, las cuales fueron de gran utilidad al momento de realizar la programación del sistema de control.
- Al realizar el estudio de cargas de fuerza y de control se determinó el calibre de los conductores para el cableado de los motores ubicados en las diferentes maquinarias del proceso y el de los módulos de entradas y salidas del controlador lógico programable (PLC), es importante señalar que para aquellos conductores que resultaron con calibre # 16 en el estudio de fuerza, se acordó en conjunto con la empresa el uso de conductores # 12 por niveles de seguridad y robustez del proceso, además de disponer en almacén una cantidad apreciable de este tipo de cable. Por otra parte, entre los métodos comúnmente empleados para determinar el calibre del conductor (capacidad de corriente y Caída de tensión) se efectuó el estudio por el método de capacidad de corriente, considerando que las distancias desde el armario de



control a las diversas zonas donde están ubicados los equipos resultan despreciables para hacerlo por el método de caída de tensión.

- La programación del sistema de control se realizó tomando en consideración la descripción del proceso por parte de la empresa y se dividió en tres etapas antes mencionadas, obteniendo como resultado un total de 82 entradas y 51 salidas digitales y la programación se hizo en lenguaje KOP o de escalera, para ello se utilizó el PLC S7 300 de Siemens, seleccionándose la CPU 313C-2DP, principalmente porque la empresa así lo estipuló de acuerdo a la capacidad de procesamiento, el número de E/S integradas y los protocolos de comunicación disponibles, lo cual resulto beneficioso ya que es el mismo que posee la Universidad de Carabobo en el Laboratorio de Automatización Industrial II y que será utilizado en la simulación del proceso.

- Todos los planos de fuerza y control fueron realizados en el programa AutoCAD 2010, para el diseño y dimensiones del armario, pupitres y panel principal, la empresa dio su aporte para la realización del mismo quedando así establecido para una futura implementación.

- La comunicación entre el PLC (S7 300 siemens) y el Intouch se estableció a través del cable MPI/SERIAL o MPI/USB realizándose de esta manera para fines didácticos. Adicionalmente, debido a que existe incompatibilidad de los drivers del Scada Intouch con los drivers disponibles de Siemens, se requirió del software IBH OPC Server, Top Server (Quick Client) y OPC Link, para poder comunicar al PLC con el SCADA anteriormente mencionado. Aunque se logró la comunicación, la velocidad de transmisión y recepción de los datos



entre el PLC y el sistema SCADA Intouch no es muy eficiente por lo tanto no es aplicable en procesos reales.

Finalmente se concluye que todos y cada uno de los objetivos específicos fueron alcanzados, demostrándose el buen funcionamiento del sistema de control.

RECOMENDACIONES



Con base en las conclusiones anteriores se presenta a continuación un grupo de sugerencias referidas unas al funcionamiento del proceso y otras a la seguridad de la empresa Aceros Laminados C.A:

- Usar HMI (Interfaz hombre – máquina) con pantalla sensible al tacto ideal para ambientes industriales en lugar de un computador.
- Entrenar adecuadamente al personal de la empresa que manejará el sistema de control.
- Realizar la automatización de la mesa de salida de las láminas de hierro negro.
- Establecer un perímetro de seguridad entre los operadores y las maquinarias puestas en funcionamiento.
- Al momento de tomar en cuenta este proyecto para una futura implementación se deben:
 - Adquirir el encoder y realizar los cambios necesarios en la programación del PLC (Programa Principal) y en el sistema SCADA.
 - Para la comunicación con el sistema SCADA se debe adquirir un módulo de comunicación al PLC que sea compatible con alguno de los protocolos de comunicación del Intouch.

BIBLIOGRAFÍA



[1] Aceros Laminados C.A, (2009). [Pagina web en línea]. Disponible: <http://www.aceroslaminados.com>.

[2] Historia de los PLC (2009). [Documento web en línea]. Disponible: http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/2_HISTORIA_DE_LOS_PLC_S.PDF, [Consultado: 2009, Agosto 26].

[3] ORTEGA F, Roser (2009). Tesis de Máster. Diseño, implementación y automatización de una planta piloto de saponificación. Universidad Politécnica de Catalunya. España, Barcelona. Tesis en línea. Disponible: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/7011/1/MEMORIA.pdf>, [Consultado: 2009, Agosto 10].

[4] CRUZ P, Erick A y SALCEDO, Rainier (2008). Trabajo Especial de Grado. **Diseño de la automatización y mejoras en una planta de fabricación de asfalto.** Universidad de Carabobo. Venezuela.

[5] VIÑA, Cruz M (2005). Trabajo Especial de grado. Diseño y simulación de un sistema de control para el tren de secado de una máquina corrugadora de la empresa Cartón de Venezuela S.A SMURFIT usando un controlador lógico programable. Universidad de Carabobo. Venezuela.

[6] Principios Básicos de los PLC's (2009). [Documento web en línea]. Disponible:<http://www.dimeint.com.mx/PDF/PRINCIPIOS%20BASICOS%20PLC%C2%B4S.pdf>.



[7] Seminario Controladores lógicos programables (PLC), 2009. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligents/UT3/plc/ml>. [Consultado: 2009, Septiembre 02]

[8] Catálogo Simatic S7 300 de Siemens (2009). [Documento en línea]. Disponible: http://www.simatic_S7_300_PLC.pdf. [Consultado: 2009, Noviembre 15].

[9] BULLA L, Claudia M y BENAVIDES R, Yarkov (2005). Trabajo Especial de Grado. **Sistema de visualización y control para MPS Festo**. Tesis en línea. Universidad De La Salle. Colombia, Bogotá. Disponible: <http://www.tegra.lasalle.edu.co/dspace/bitstream/.../1/T44.05%20B872s.pdf> [Consultado: 2009, Septiembre 10].

[10] Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (2003). Universidad Experimental Libertador. Caracas – Venezuela.

[11] Arias, Fidas G. (2006). Título: El Proyecto de Investigación. Editorial Episteme, C.A. (5^{ta} Ed.). Caracas – Venezuela.

[12] Acuña B, Mirian. (2002). Título: Como se Elabora el Proyecto de Investigación. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial (6^{ta} Ed.). Caracas – Venezuela.



- [13] LIPORACI, Katherinne y TORREALBA, Yarlenniece (2009). Trabajo Especial de Grado. **Desarrollo De Un Sistema Didáctico Para Prácticas De Redes Con PLC Utilizando Plantas Piloto Del Laboratorio De Automatización Industrial II.** Universidad de Carabobo. Venezuela.
- [14] PENISSI F, Oswaldo A. (2010). Título: **Canalizaciones Eléctricas Residenciales.** Undécima Edición. Carabobo – Venezuela.
- [15] DE SOUSA, Luis G. y GARCÉS C, Pedro L. (2010). Trabajo Especial de Grado. **Desarrollo De La Ingeniería Básica Y De Detalle Para El Diseño De La Instrumentación Y Control En Una Planta Piloto De Disipación De Calor En Cojinetes De Una Turbina A Gas.** Universidad de Carabobo. Venezuela.
- [16] PÉREZ V, Linarco J Y GUZMÁN B, Jean C (2009). Trabajo Especial de Grado. **Desarrollo De Estrategias Didácticas Dirigidas A La Formación Teórico Práctica Con El Sistema Scada Intouch Para El Laboratorio De Automatización Industrial II.** Universidad de Carabobo. Venezuela.



APÉNDICE "A"

Entradas y Salidas del PLC

**Tabla. A.1 Entradas del sistema de control.**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
INICIO	E 0.0	Pulsador de inicio del proceso
PARADA	E 0.1	Pulsador de parada del proceso
RESET	E 0.2	Pulsador para restablecer las condiciones iniciales del proceso
PARADA DE EMERGENCIA	E 0.3	Pulsador con enclavamiento
MARCHA SIST. HIDRAULICO1	E 0.4	Selector de tres posiciones fijas para activar el motor de la central hidráulica del carro.
MARCHA SIST. HIDRAULICO2	E 0.5	Selector de tres posiciones fijas para activar el motor de la central hidráulica de la calandra
MARCHA SIST. HIDRAULICO3	E 0.6	Selector de tres posiciones fijas para activar el motor de la central hidráulica de la cizalla
PARADA SIST. HIDRAULICO1	E 0.7	Selector de tres posiciones fijas para desactivar el motor de la central hidráulica del carro
PARADA SIST. HIDRAULICO2	E 1.0	Selector de tres posiciones fijas para desactivar el motor de la central hidráulica de la calandra
PARADA SIST. HIDRAULICO3	E 1.1	Selector de tres posiciones fijas para desactivar el motor de la central hidráulica de la cizalla
MAYOR 10cm	E 1.2	Selector de tres posiciones fijas para establecer el espesor de la lámina (mayor 10)
MENOR 10cm	E 1.3	Selector de tres posiciones fijas para establecer el espesor de la lámina (menor 10)
6Mt	E 1.4	Selector de tres posiciones fijas para establecer la longitud de la lámina (6mt)
12Mt	E 1.5	Selector de tres posiciones fijas para establecer la longitud de la lámina (12mt)
MANUAL	E 1.6	Selector de tres posiciones fijas para establecer el funcionamiento manual
AUTO	E 1.7	Selector de tres posiciones fijas para establecer el funcionamiento automático
GIRAR ROD. CALANDRA	E 2.0	Selector de dos posiciones fijas que hacen girar los rodillos de arrastre de la calandra
SUB. ROD. CALANDRA	E 2.1	Selector de tres posiciones fijas para subir el rodillo superior en la entrada de la calandra
P3	E 2.2	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la tercera bobina
P4	E 2.3	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la cuarta bobina
RETROCEDER CONOS	E 2.4	Selector de tres posiciones fijas para retroceder conos
BAJAR PISADOR	E 2.5	Selector de tres posiciones fijas para bajar pisador
SUB. ROD. ENDEREZADORA2	E 2.6	Selector de tres posiciones para subir los rodillos de la enderezadora 2
BAJ. ROD. CALANDRA	E 2.7	Selector de tres posiciones fijas para bajar el rodillo superior en la entrada de la calandra

Fuente: Propia

**Tabla. A.1 Entradas del sistema de control (Continuación).**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
GIRAR CONOS DER.	E 3.0	Selector de tres posiciones fijas para girar conos en sentido horario
GIRAR CONOS IZQ.	E 3.1	Selector de tres posiciones fijas para girar conos en sentido antihorario
BAJAR DOBLAR MAT.	E 3.2	Selector de 3 posiciones
EXTENDER PUNTA	E 3.3	Selector de tres posiciones fijas para extender la punta de la mesa despuntadora
GIRAR ROD. E1YE2	E 3.4	Selector de dos posiciones fijas que hacen girar los rodillos de arrastre de la enderezadora 1 y 2
BAJ. ROD. ENDEREZADORA2	E 3.5	Selector de tres posiciones para bajar los rodillos de la enderezadora 2
SUBIR PIZADORES	E 3.6	Selector de tres posiciones para bajar los 8 pisadores
BAJAR PIZADORES	E 3.7	Selector de tres posiciones para bajar los 8 pisadores
CORTE	E 4.0	Selector de tres posiciones para bajar la cuchilla
BAJ. MESA DESP.	E 4.1	Selector de tres posiciones fijas para bajar la mesa despuntadora
RETRAER PUNTA	E 4.2	Selector de tres posiciones fijas para retraer la punta de la mesa despuntadora
SUBIR PIZADOR	E 4.3	Selector de tres posiciones fijas para subir pisador
SUB. MESA DESP.	E 4.4	Selector de tres posiciones fijas para subir mesa despuntadora
RETROCEDER CARRO	E 4.5	Selector de tres posiciones fijas para retroceder el carro
EXTENDER CONOS	E 4.6	Selector de tres posiciones fijas para extender conos
SUBIR DOBLAR MAT.	E 4.7	Selector de 3 posiciones
SUBIR CUCHILLA	E 5.0	Selector de tres posiciones para subir la cuchilla
FC16	E 5.1	Final de carrera del rodillo superior centrales de la enderezadora 2 arriba
FC17	E 5.2	Final de carrera del cilindro 1 de la calandra abajo
FC18	E 5.3	Final de carrera del cilindro 2 de la calandra abajo
S4	E 5.4	Sensor a la salida de la enderezadora 2
S5	E 5.5	Sensor a la salida de la enderezadora 1
FC22	E 5.6	Final de carrera del cilindro 1 de la cizalla arriba
FC23	E 5.7	Final de carrera del cilindro 2 de a cizalla arriba

Fuente: Propia

**Tabla. A.1 Entradas del sistema de control (Continuación).**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
P1	E 6.0	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la primera bobina
P2	E 6.1	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la segunda bobina
FC7	E 6.2	Final de carrera del pisador abajo
FC21	E 6.3	final de carrera de los 8 pisadores arriba
FC8	E 6.4	Final de carrera de la punta extendida
FC9	E 6.5	Final de carrera de la mesa despuntadora arriba
FC24	E 6.6	Final de carrera de los 8 pisadores abajo
FC10	E 6.7	Final de carrera del pisador arriba
FC15	E 7.0	Final de carrera del rodillo superior izq der de la enderezadora 2 arriba
FC25	E 7.1	Final de carrera del cilindro 1 de la cizalla abajo
FC11	E 7.2	Final de carrera de la punta retraída
FC26	E 7.3	Final de carrera del cilindro 2 de la cizalla abajo
FC12	E 7.4	Final de carrera de la mesa despuntadora abajo
S1	E 7.5	Sensor a la entrada de la calandra
S2	E 7.6	Sensor en el medio de la calandra
S3	E 7.7	Sensor a la salida de la calandra
FC13	E 8.0	Final de carrera del cilindro 1 de la calandra arriba
FC14	E 8.1	Final de carrera del cilindro 2 de la calandra arriba
MARCHA SHCA	E 124.0	Pulsador que permite el paso de aceite del sistema hidráulico del carro
MARCHA SHCL	E 124.1	Pulsador que permite el paso de aceite del sistema hidráulico de la calandra
SBC	E 124.2	Sensor de bobina en los conos
FC1	E 124.3	Final de carrera del cono 1 retraído
FC2	E 124.4	Final de carrera del cono 2 retraído
BB	E 124.5	Sensor de bobina
FC3	E 124.6	Final de carrera que indica que la la mesa del carro esta arriba
SC	E 124.7	Sensor del carro en los conos
SUBIR MESA	E 125.0	Selector de tres posiciones fijas para subir mesa del carro

Fuente: Propia



Tabla. A.1 Entradas del sistema de control (Continuación).

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
CARRO AVANZA	E 125.1	Selector de tres posiciones fijas para avanzar el carro
FC19	E 125.2	Final de carrera del rodillo superior izq der de la enderezadora 2 abajo
FC4	E 125.3	Final de carrera cono 1 extendido
FC5	E 125.4	Final de carrera cono 2 extendido
BAJAR MESA	E 125.5	Selector de tres posiciones fijas para bajar mesa del carro
FC6	E 125.6	Final de carrera que indica que la mesa del carro esta abajo
FC20	E125.7	Final de carrera del rodillo superior centrales de la enderezadora 2 abajo

Fuente: Propia

**Tabla. A.2 Salidas del sistema de control.**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
KM1	A 124.0	Contactador que activa el motor de la central hidráulica del carro
KM2	A 124.1	Contactador que activa el motor de la central hidráulica de la calandra
KM37	A 124.2	Contactador que activa la electroválvula que subir el rodillo superior trasero de la calandra (doblar material)
KM3	A 124.3	Contactador que activa el motor de la central hidráulica de la cizalla
KM4	A 124.4	Contactador que activa el motor del ventilador del sistema de enfriamiento de la cizalla
KM5	A 124.5	Contactador que activa el motor de la bomba del sistema de enfriamiento de la cizalla
KM6	A 124.6	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 1.0) que sube la mesa del carro
KM7	A 124.7	Contactador que activa la electroválvula que permite que el carro avance.
KM8	A 125.0	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 2.0) (cono 1)
KM9	A 125.1	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 3.0) (cono 2)
KM10	A 125.2	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 1.0) que baja la mesa del carro
KM11	A 125.3	Contactador que activa la electroválvula que permite que el carro retroceda
KM12	A 125.4	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 2.0) (cono 1)
KM13	A 125.5	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 3.0) (cono 2)
KM14	A 125.6	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 4.0) para bajar el pisador
EV1	A 125.7	Seleniodes que activa EV que da paso al aceite del sistema hidráulico del carro
KM15	A 2.0	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 5.0) para subir la mesa despuntadora
KM16	A 2.1	Contactador que activa el motor de los conos para que giren en sentido horario.
KM17	A 2.2	Contactador que activa el motor de los conos para que giren en sentido antihorario.
KM18	A 2.3	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 6.0) (punta extendida)
KM19	A 2.4	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 4.0) para subir el pisador
KM20	A 2.5	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 6.0) (retroceder punta)
KM21	A 2.6	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 5.0) para bajar la mesa despuntadora
KM22	A 2.7	Contactador que activa la electroválvula que hace girar el rodillo inferior a la entrada de la calandra

Fuente: Propia

**Tabla. A.2 Salidas del sistema de control (Continuación).**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
KM23	A 3.0	Contactador que activa la electroválvula que hace girar los rodillos inferiores traseros de la calandra
KM24	A 3.1	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 7.0) para subir el rodillo superior a la entrada de la calandra.
KM25	A 3.2	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 8.0) para subir el rodillo superior a la entrada de la calandra
KM26	A 3.3	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior izquierdo de la enderezadora 2 suba.
KM27	A 3.4	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior derecho de la enderezadora 2 suba.
KM28	A 3.5	Contactador que activa el motor para que los rodillos superiores centrales de la enderezadora 2 suban.
KM29	A 3.6	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 7.0) para bajar el rodillo superior a la entrada de la calandra.
KM30	A 3.7	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 8.0) para bajar el rodillo superior a la entrada de la calandra
KM31	A 4.0	Contactador que activa la electroválvula que baja el rodillo superior trasero de la calandra (doblar material)
KM32	A 4.1	Contactador que activa el motor para giren los rodillos de la enderezadora 2
KM33	A 4.2	Contactador que activa el motor para giren los rodillos de la enderezadora 1
KM34	A 4.3	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior izquierdo de la enderezadora 2 baje.
KM35	A 4.4	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior derecho de la enderezadora 2 baje.
KM36	A 4.5	Contactador que activa el motor para que los rodillos superiores centrales de la enderezadora 2 bajen.
EV3	A 4.6	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para subir los ocho (8) pisadores
EV4	A 4.7	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para extender el actuador (ALT 9.0) (subir cuchilla)
EV5	A 5.0	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para extender el actuador (ALT 10.0) (subir cuchilla)
EV6	A 5.1	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para bajar los ocho (8) pisadores
EV7	A 5.2	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para retraer el actuador (ALT 9.0) (bajar cuchilla)
EV8	A 5.3	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para retraer el actuador (ALT 10.0) (bajar cuchilla)

Fuente: Propia



Tabla. A.2 Salidas del sistema de control (Continuación).

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
Luz verde	A 5.4	Luz piloto de encendido del proceso
Luz Roja	A 5.5	Luz piloto de parada del proceso
Sirena	A 5.6	
EV2	A 5.7	Soleniote que activa EV que da paso al aceite del sistema hidráulico del calandra
Luz verde1	A0.0	Luz piloto de encendido del sistema hidráulico del carro
Luz verde2	A0.1	Luz piloto de encendido del sistema hidráulico de la calandra
Luz verde3	A0.2	Luz piloto de encendido del sistema hidráulico de la cizalla

Fuente: Propia



APÉNDICE "B"



APÉNDICE "C"

Diagramas de flujo y ventanas del scada

A continuación en las figuras C.1, C.2, C.3 y C.4 se muestran los diagramas de flujo que describen la ventana del proceso general y cada uno de los accesos a las demás ventanas en el SCADA:

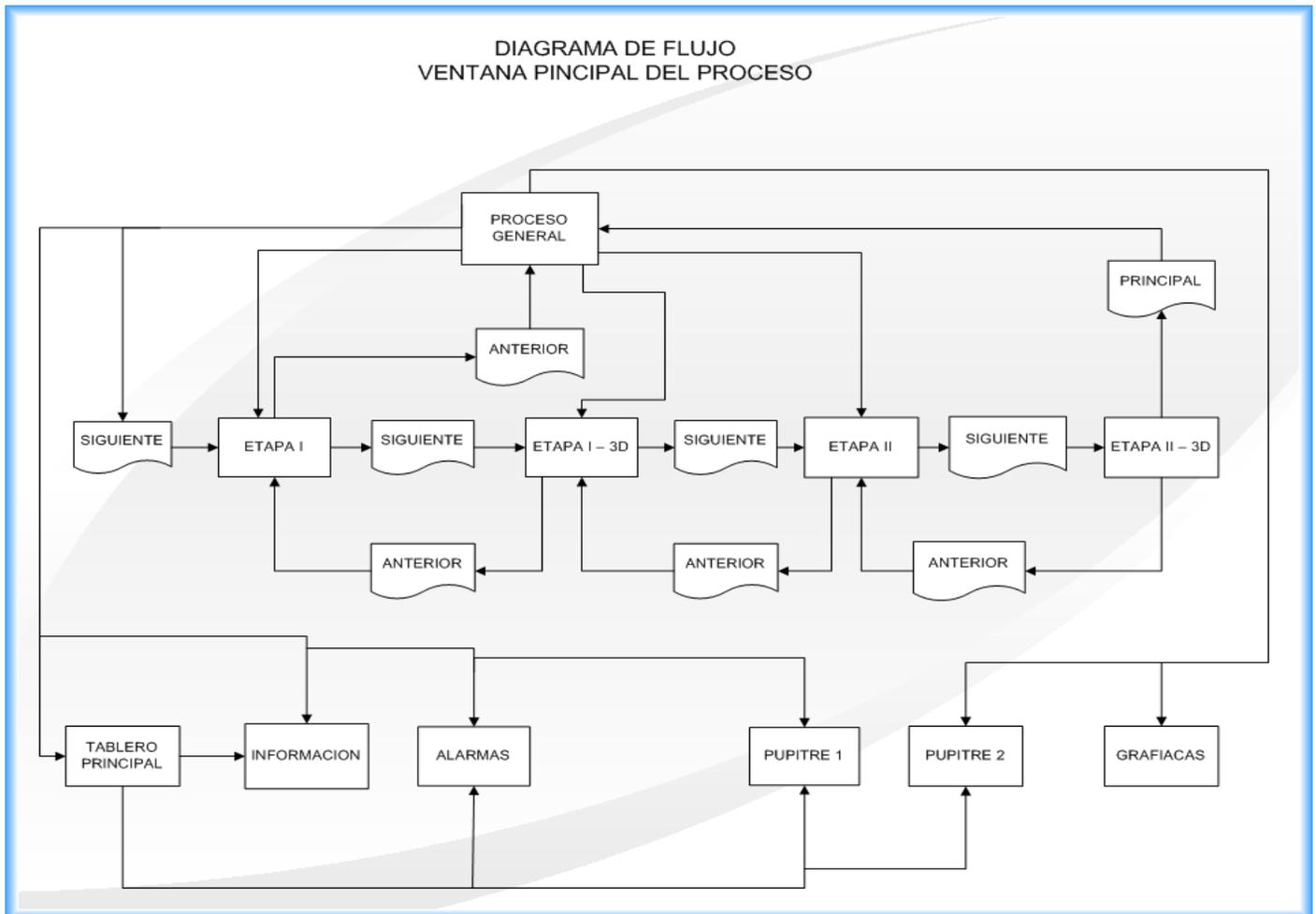


Figura. C.1 Diagrama de flujo del proceso general
Fuente: Propia

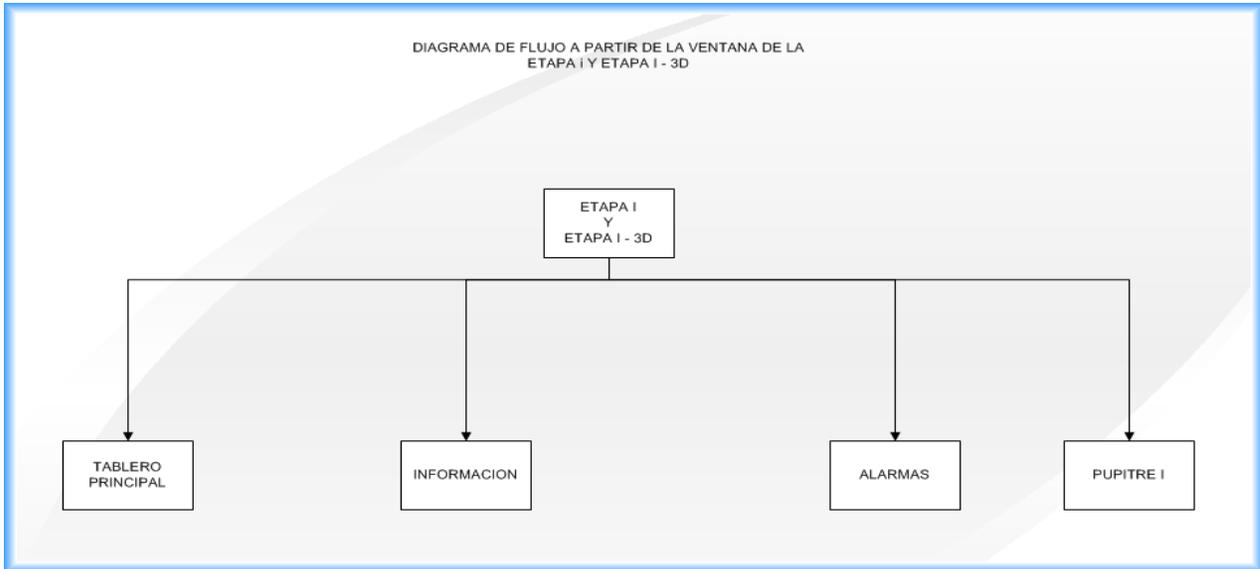


Figura. C.2 Diagrama de flujo a partir de la “Etapa I” y “Etapa I en 3d”
Fuente: Propia

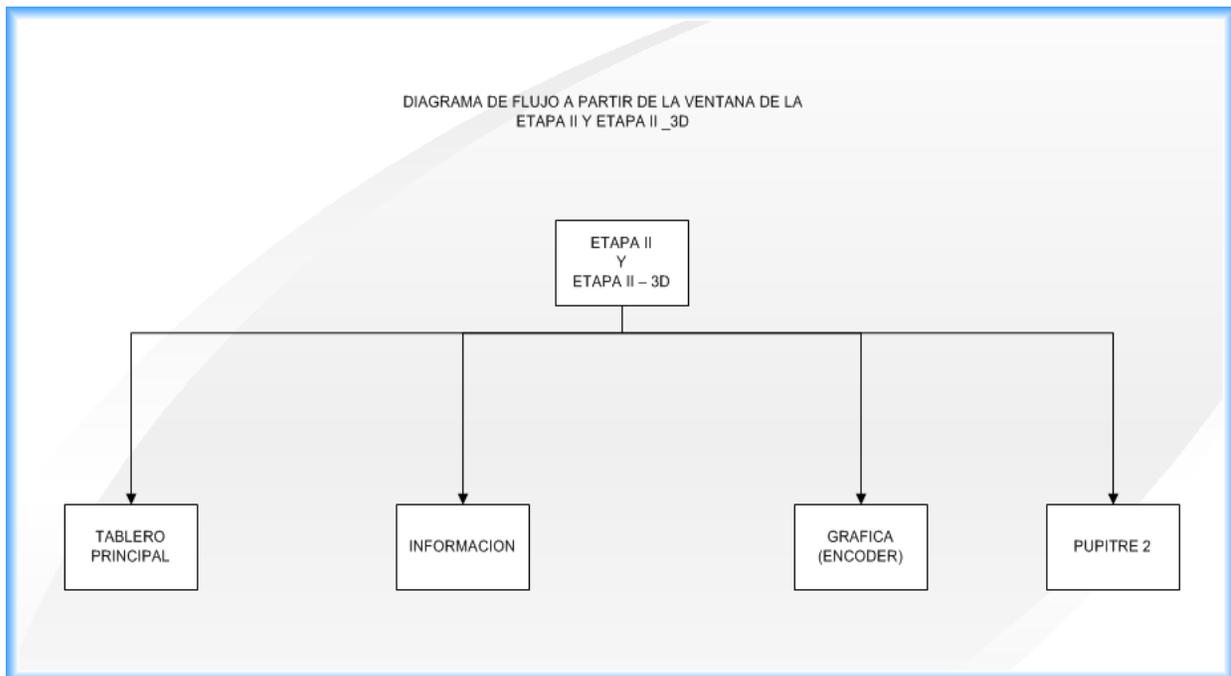


Figura. C.3 Diagrama de flujo a partir de la “Etapa II” y “Etapa II en 3d”
Fuente: Propia

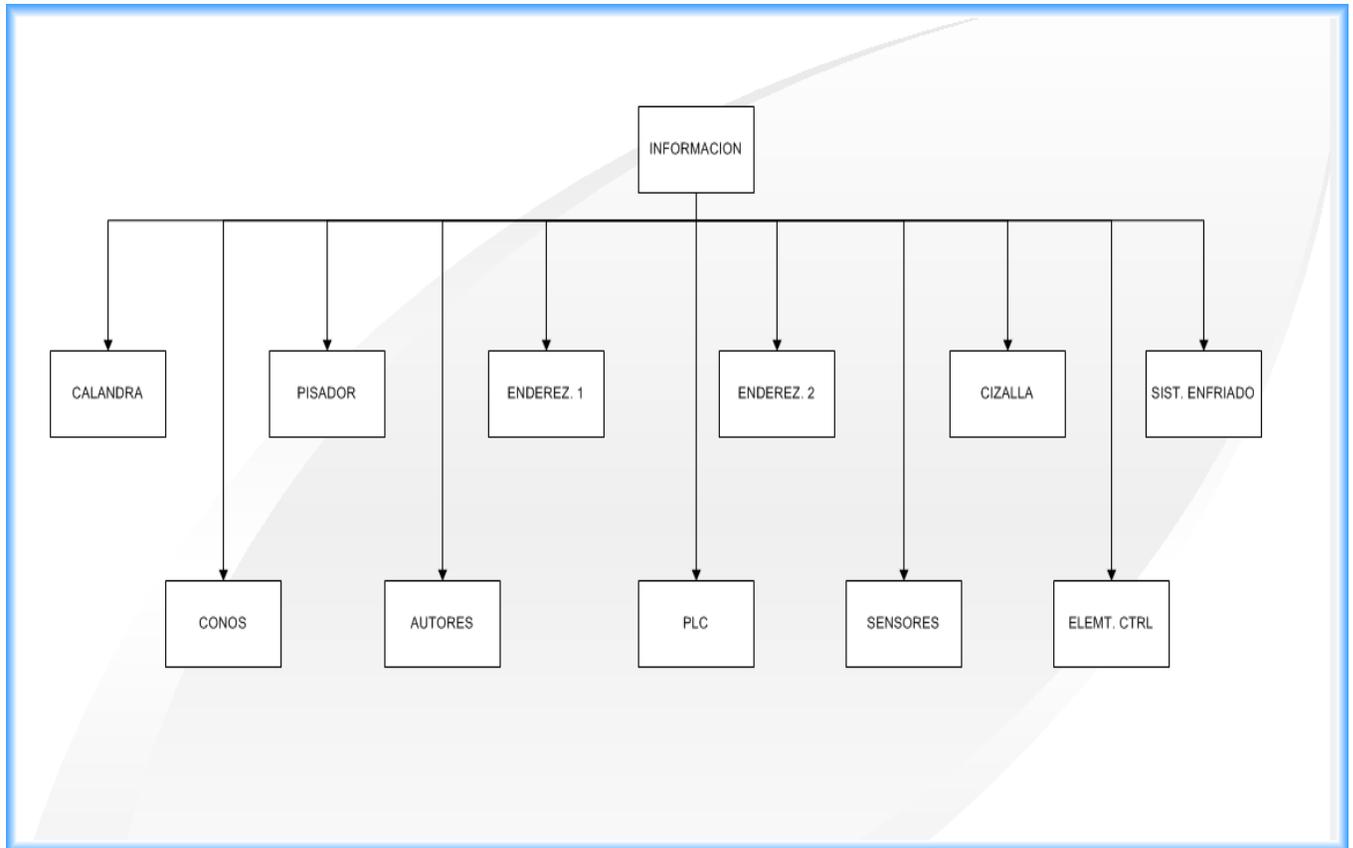


Figura. C.4 Diagrama de flujo a partir de la ventana información
Fuente: Propia

En las siguientes figuras (C.4 – C.16) se aprecia el contenido de todos y cada uno de los accesos que tiene la ventana de información:

Calandra

CALANDRA




Componentes Principales

- 3 Rodillos Inferiores
- 2 Rodillos Superiores
- 1 Mesa Despuntadora
- 1 Punta de Mesa
- 1 Motor Eléctrico

Características:

Potencia: 30/34 HP
 r.p.m: 1470
 Voltaje: 220/440 V
 Amperaje: 44/75 A

CERRAR

Figura. C.4 Calandra
Fuente: Propia

Conos Desenrolladores

CONO DES_ENROLLADORES




Componentes Principales

- 1 Motor Eléctrico
- 2 Actuadores lineales Hidraulicos
- 2 Cilindros con soporte

Características:

Potencia: 1 HP
 r.p.m: 1380
 Voltaje: 220 V
 Amperaje: 3.85 A

CERRAR

Figura. C.4 Conos desenrolladores
Fuente: Propia

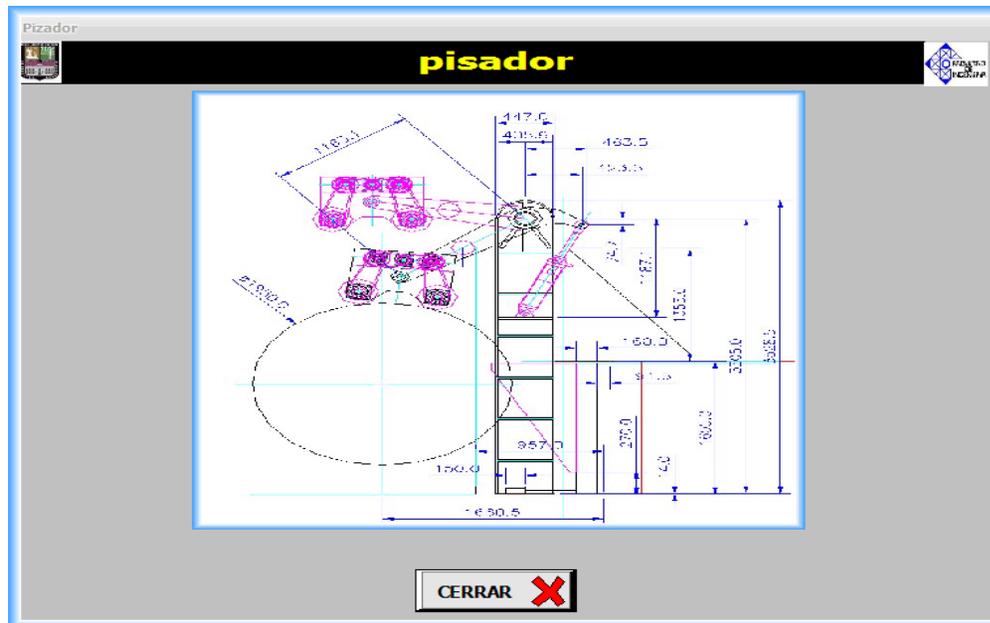


Figura. C.5 Pisador
Fuente: Propia



Figura. C.6 Enderezadora # 2
Fuente: Propia

Enderezadora 1

ENDEREZADORA #1



Componentes Principales	Características:
1 Motor Eléctrico	Potencia: 14.7 HP
4 Rodillos superiores	r.p.m: 725
3 Rodillos inferiores	Voltaje: 220/380 V

CERRAR

Amperaje: 43/25 A

Figura. C.7 Enderezadora # 1
Fuente: Propia

Cizalla

CIZALLA



Cizalla HACO

Cuchilla de corte

Componentes Principales	Características:
1 Motor Eléctrico	Potencia: 5.9 HP
8 Pizadores Hidraulicos	r.p.m: 60 HZ
2 Actuadores lineales	Voltaje: 220/440 V
1 Cuchilla de corte	Amperaje: 20/10 V

CERRAR

Figura. C.8 Cizalla
Fuente: Propia



Figura. C.9 Sistema de enfriamiento de la cizalla
Fuente: Propia

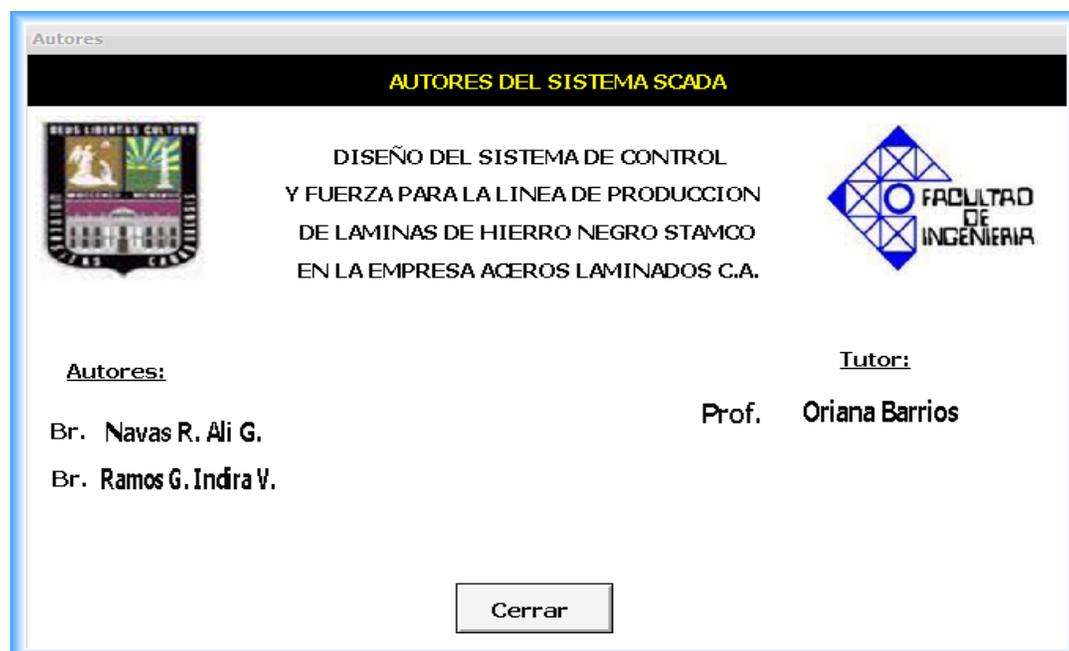


Figura. C.10 Autores del Sistema SCADA
Fuente: Propia

PLC

Controlador Logico Programable (PLC)



SIMATIC S7 - 300

CARACTERISTICAS	
Maraca:	SIEMENS
Modelo:	SIMATIC S7-300
Tipo:	MODULAR
CPU:	313C-2 DP
Interfaz:	MPI/ PROFIBUS DP
Alimentación:	24 V - DC
I/O:	16/16 INTEGRADAS

CERRAR

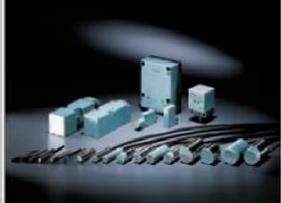
Figura. C.11 Controlador Lógico Programable (PLC)
Fuente: Propia

Sensores

SENSORES Y DETECTORES



sensores inductivos



sensores magneticos

CARACTERISTICAS	
Tipo:	Sensores inductivos Sensores Magneticos
Aplicaciones:	Posición de embolos de objetos metalicos de apertura de valvula control de velocidad grietas o fisuras



Detección de grietas



Detección de puntos



Detección de posición



Detección de objetos

CERRAR

Figura. C.12 Sensores y detectores
Fuente: Propia

Elementos de Control

Electro-Válvulas y Actuadores Hidráulicos

Electro - Valvula

electro-valvula 4/3 vias

Simbolo

Actuador de doble efecto

Simbolo

Actuador Hidraulico

Características:

Tipo: Electro - Válvula 4/3 vias con doble solenoide

Modelo:

Alimentación: 120 V AC / 24 V DC

Características:

Tipo: Actuador Hidraulico de doble efecto

Modelo:

Alimentación: Hidraulica

CERRAR

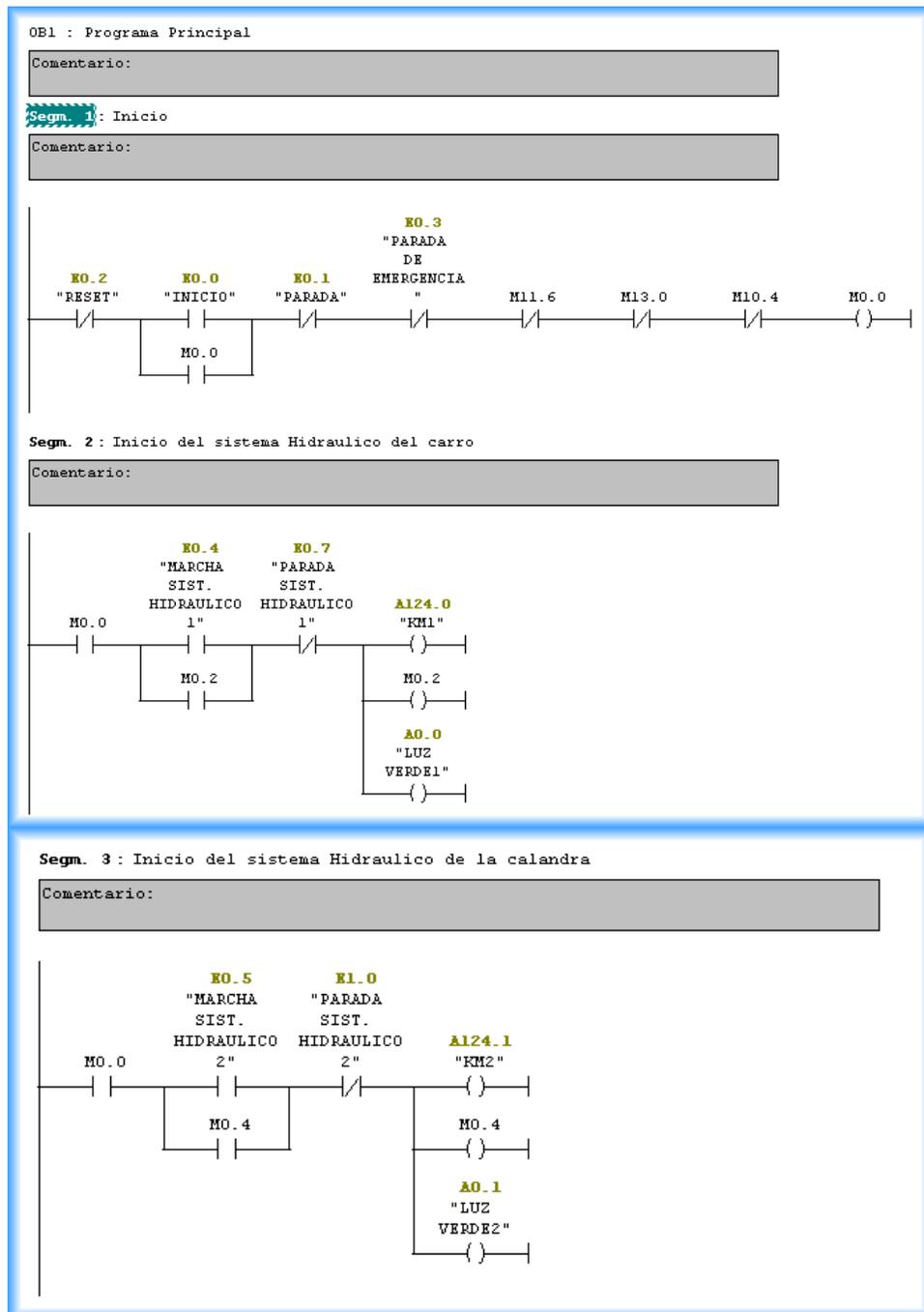
Figura. C.13 Electro válvulas y actuadores hidráulicos
Fuente: Propia



APÉNDICE "D"

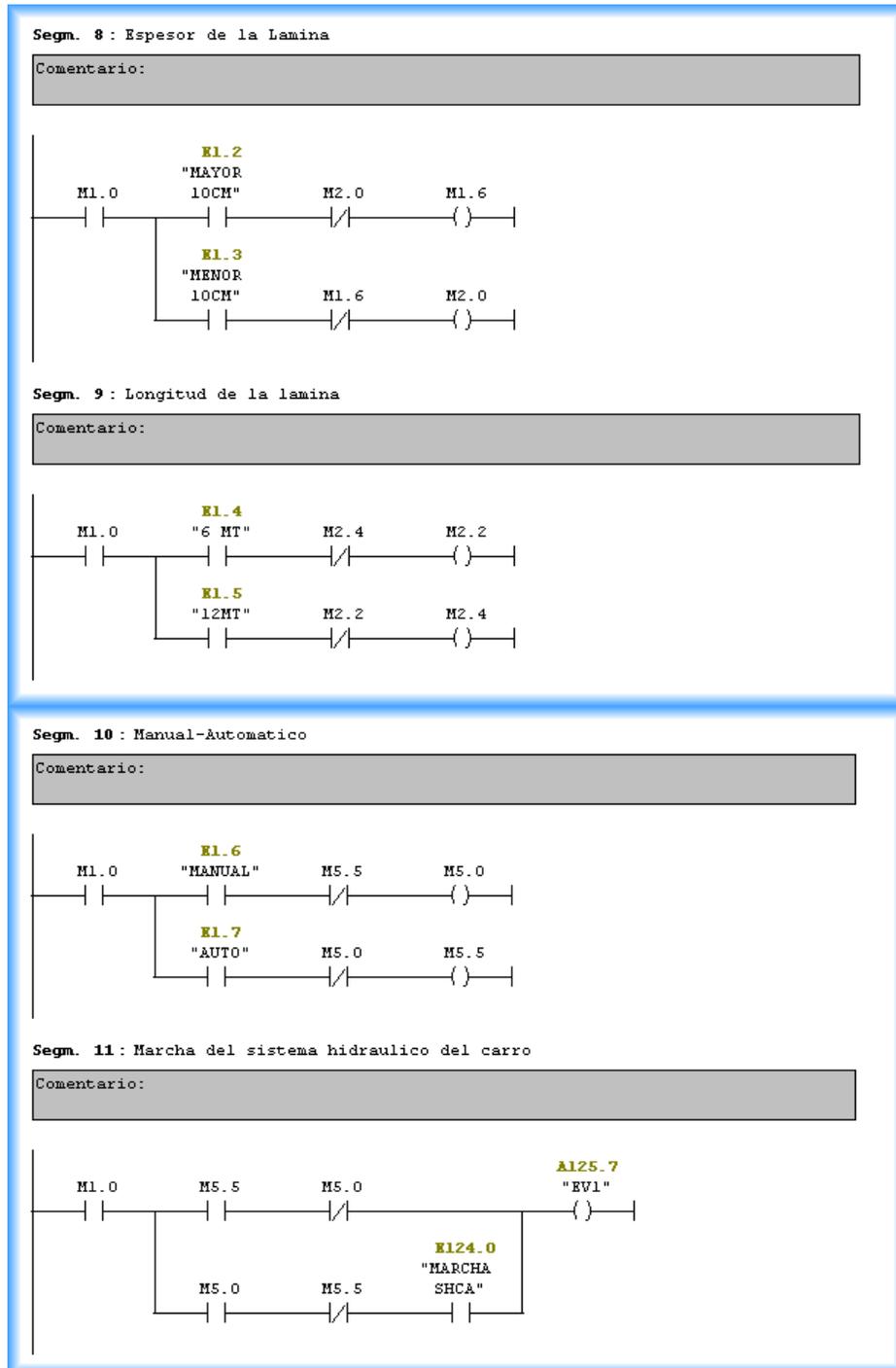
Diagrama escalera del programa

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal.



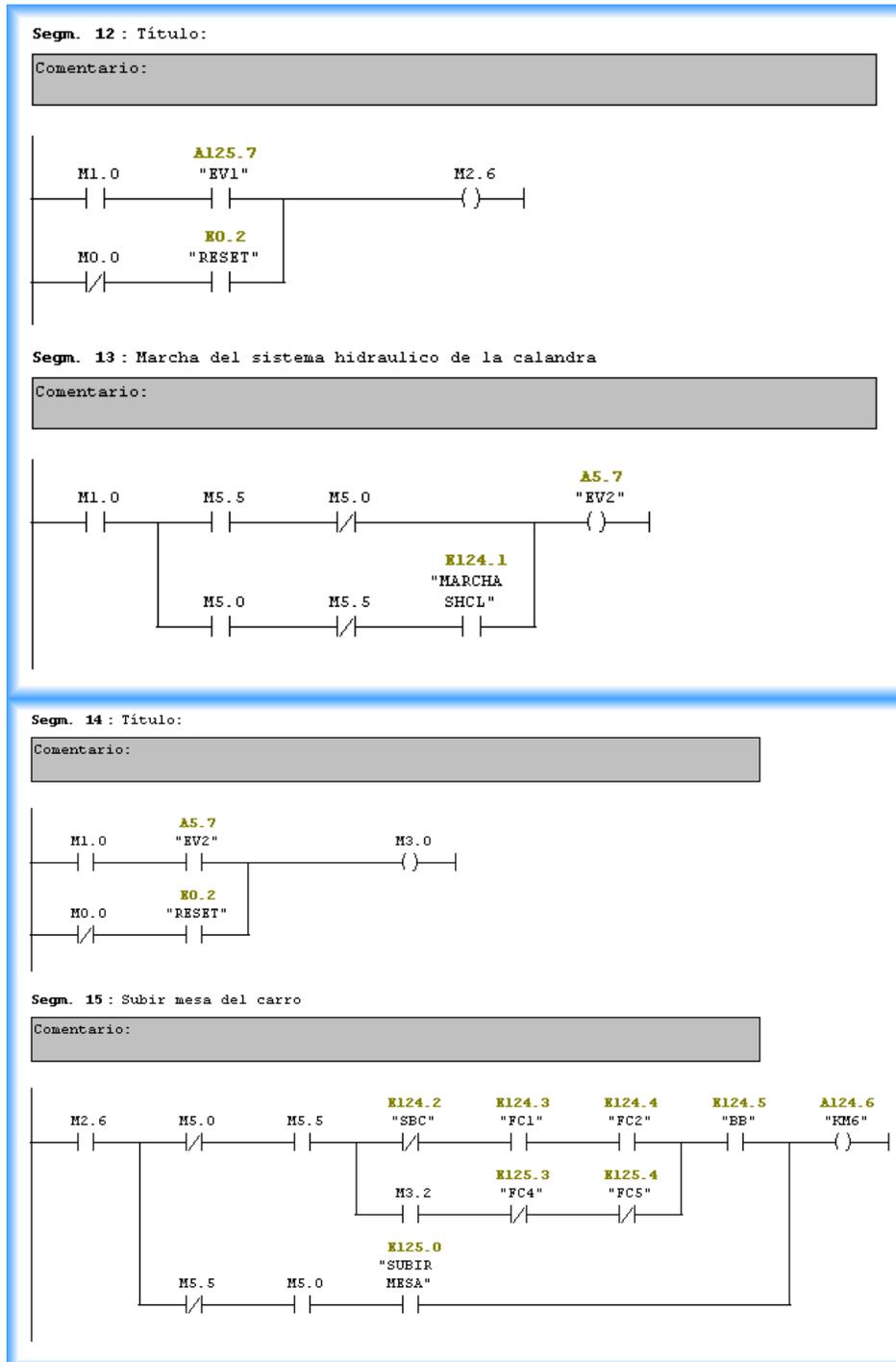
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



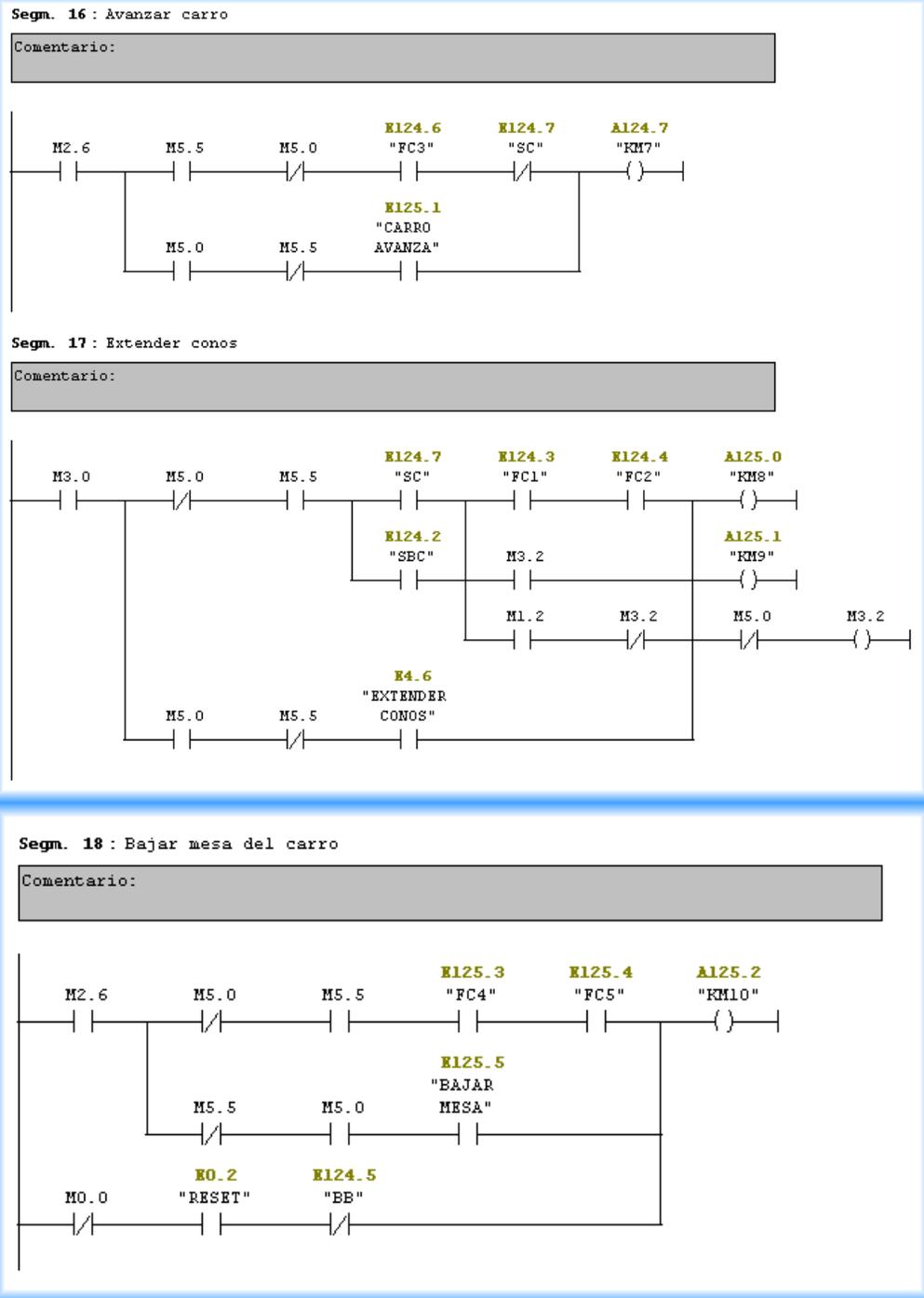
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



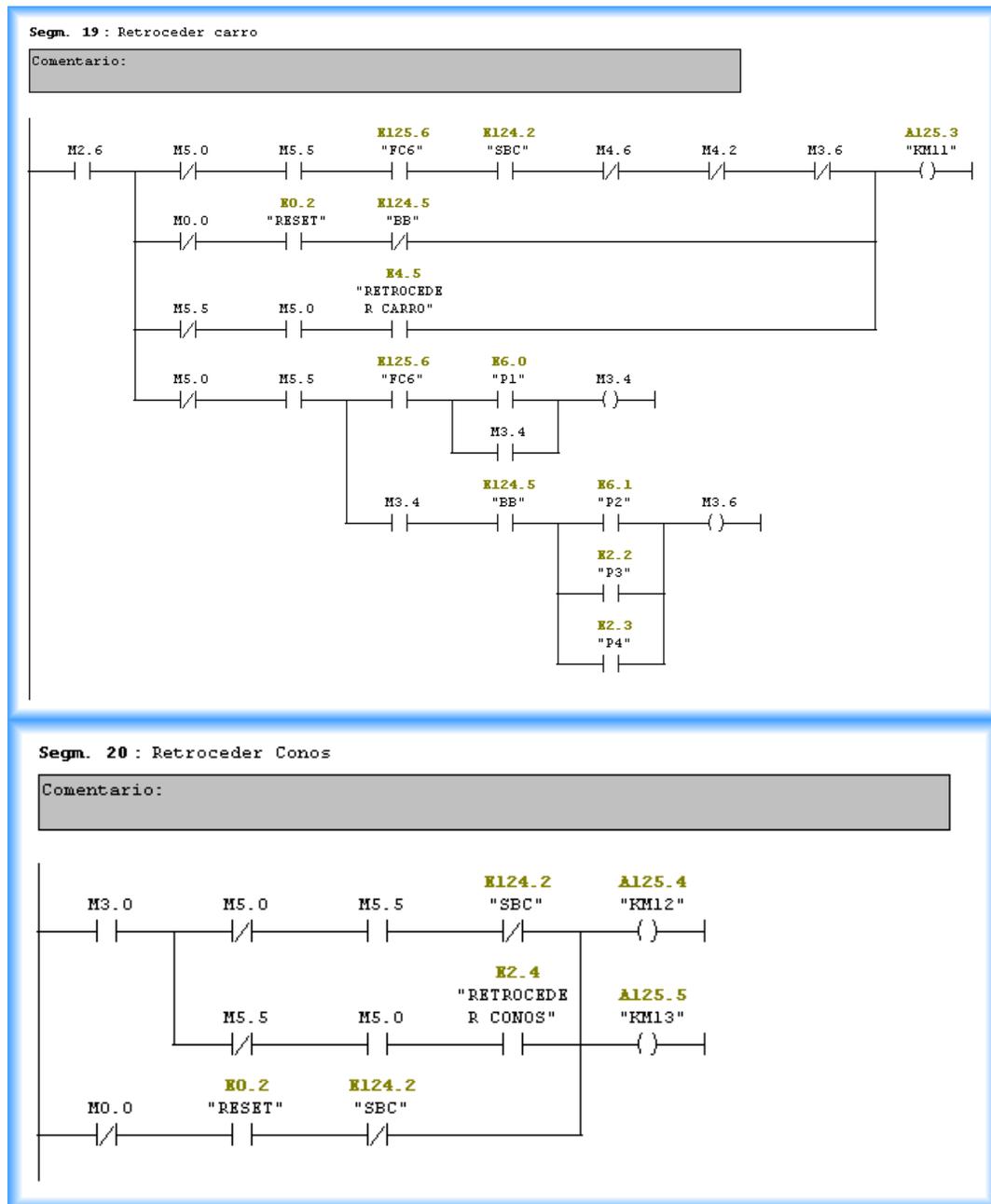
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



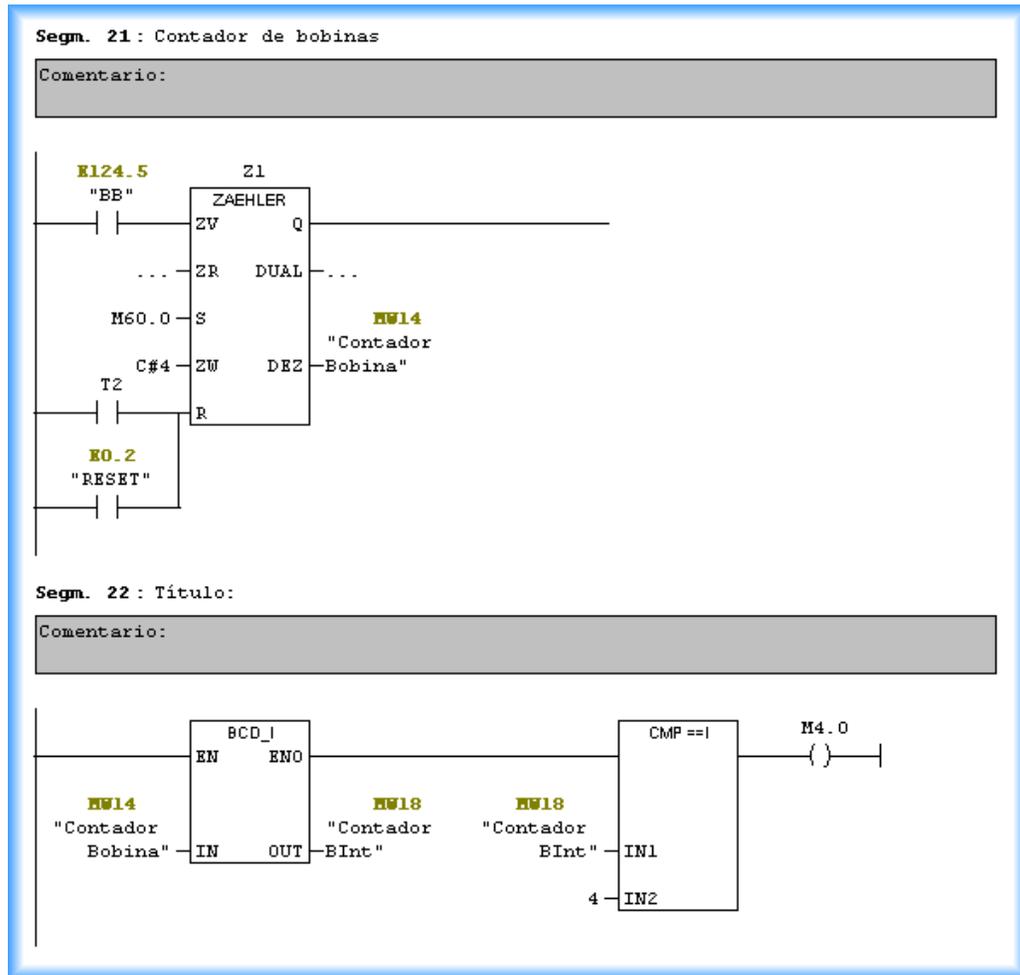
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



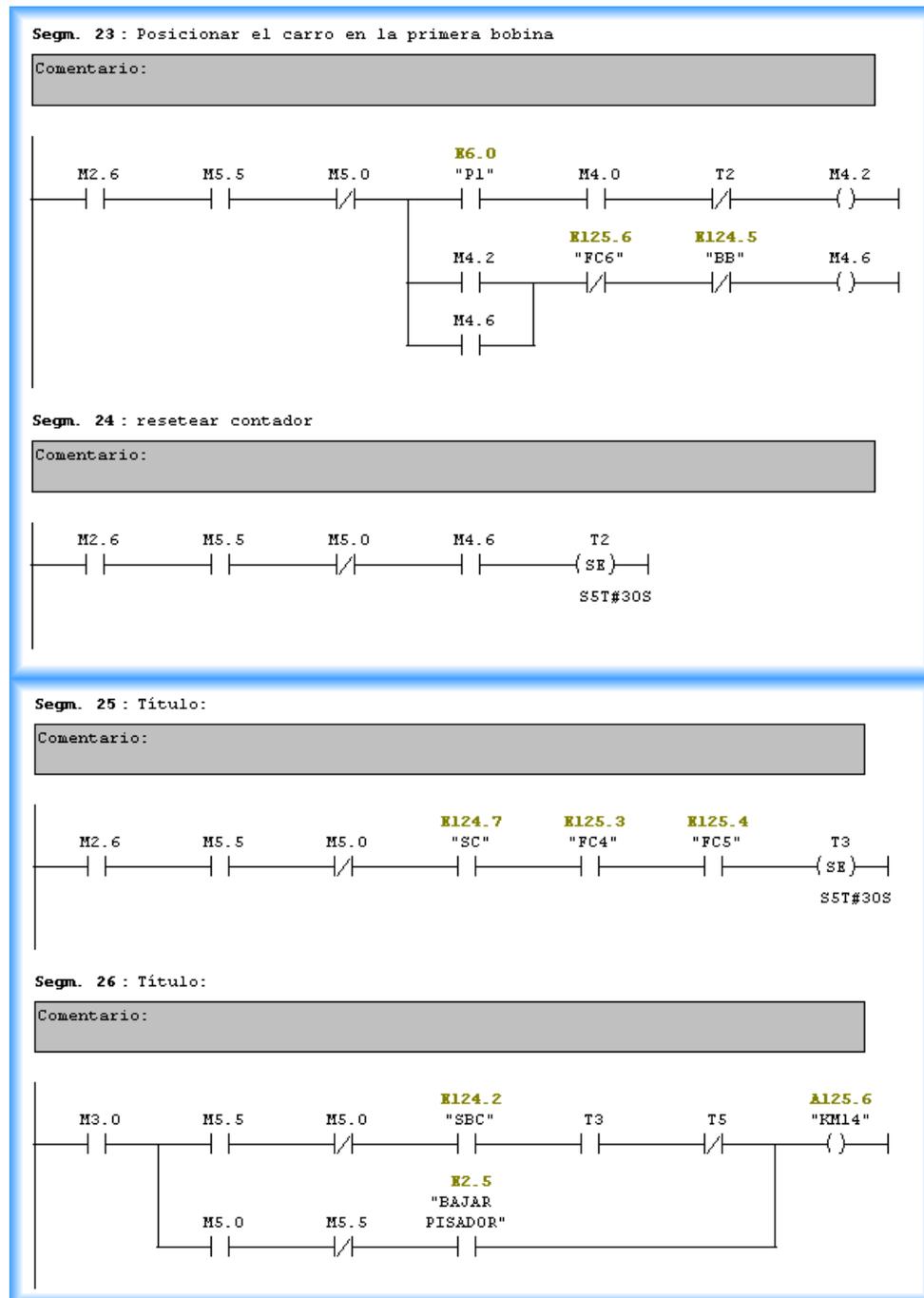
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



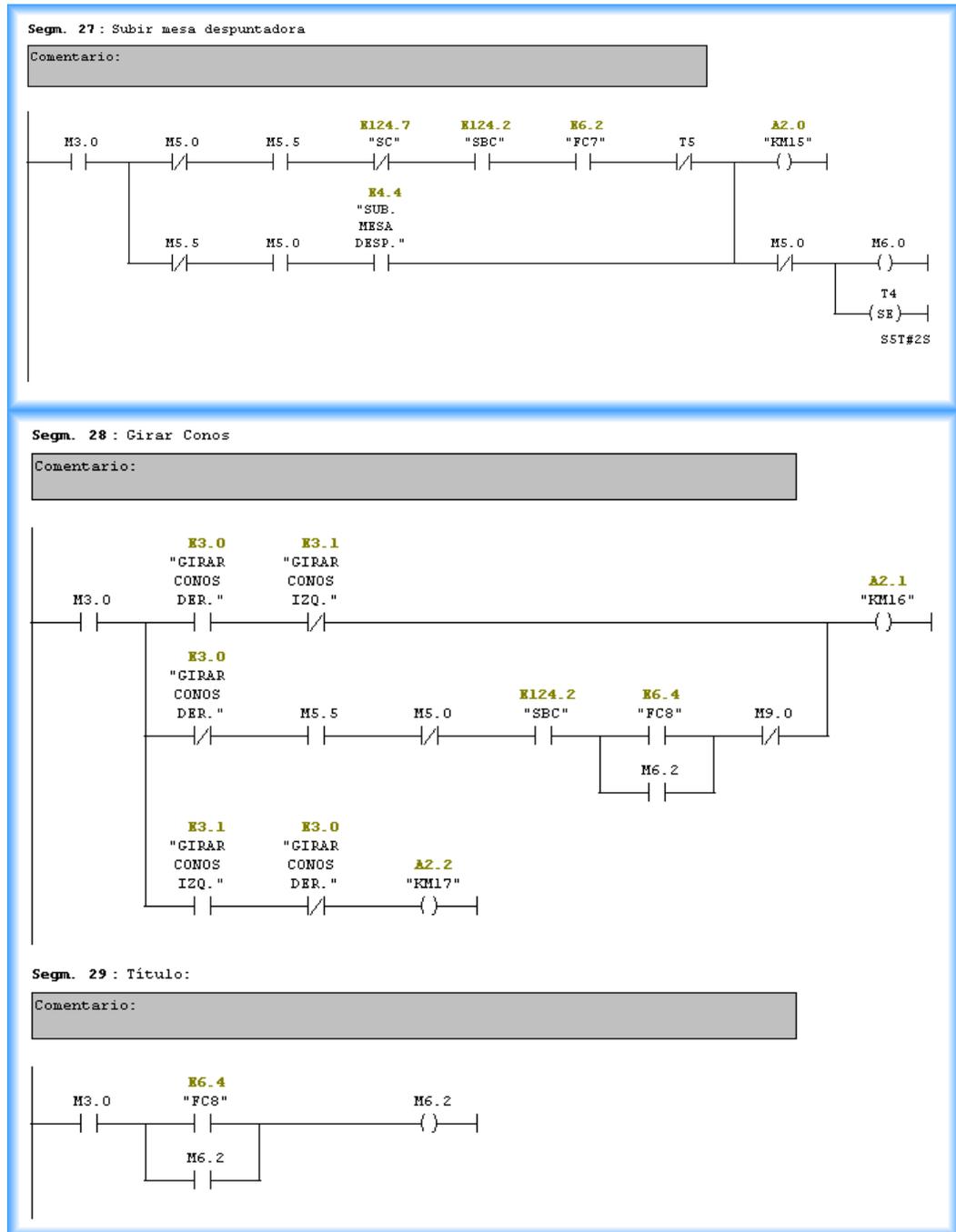
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



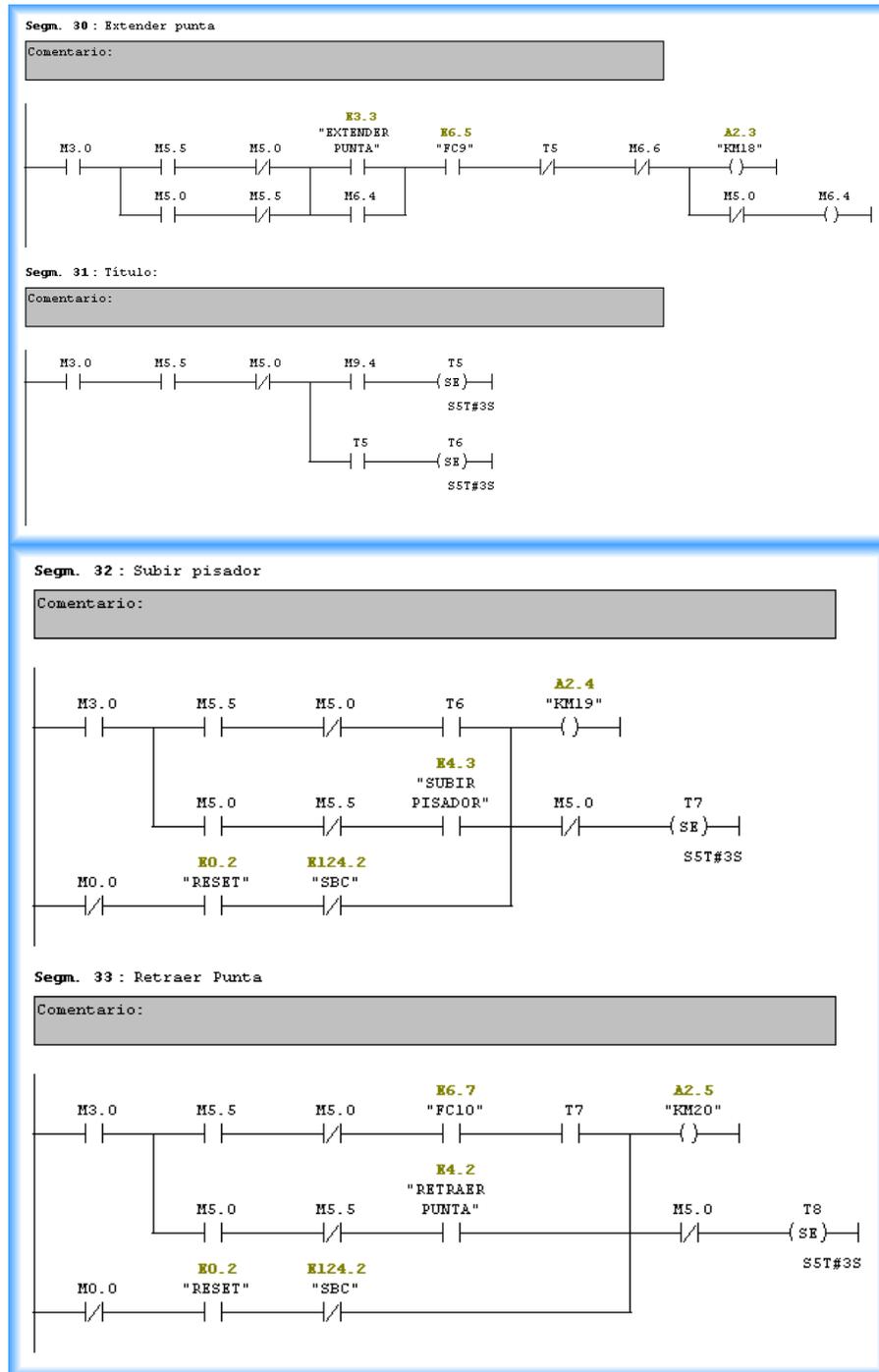
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



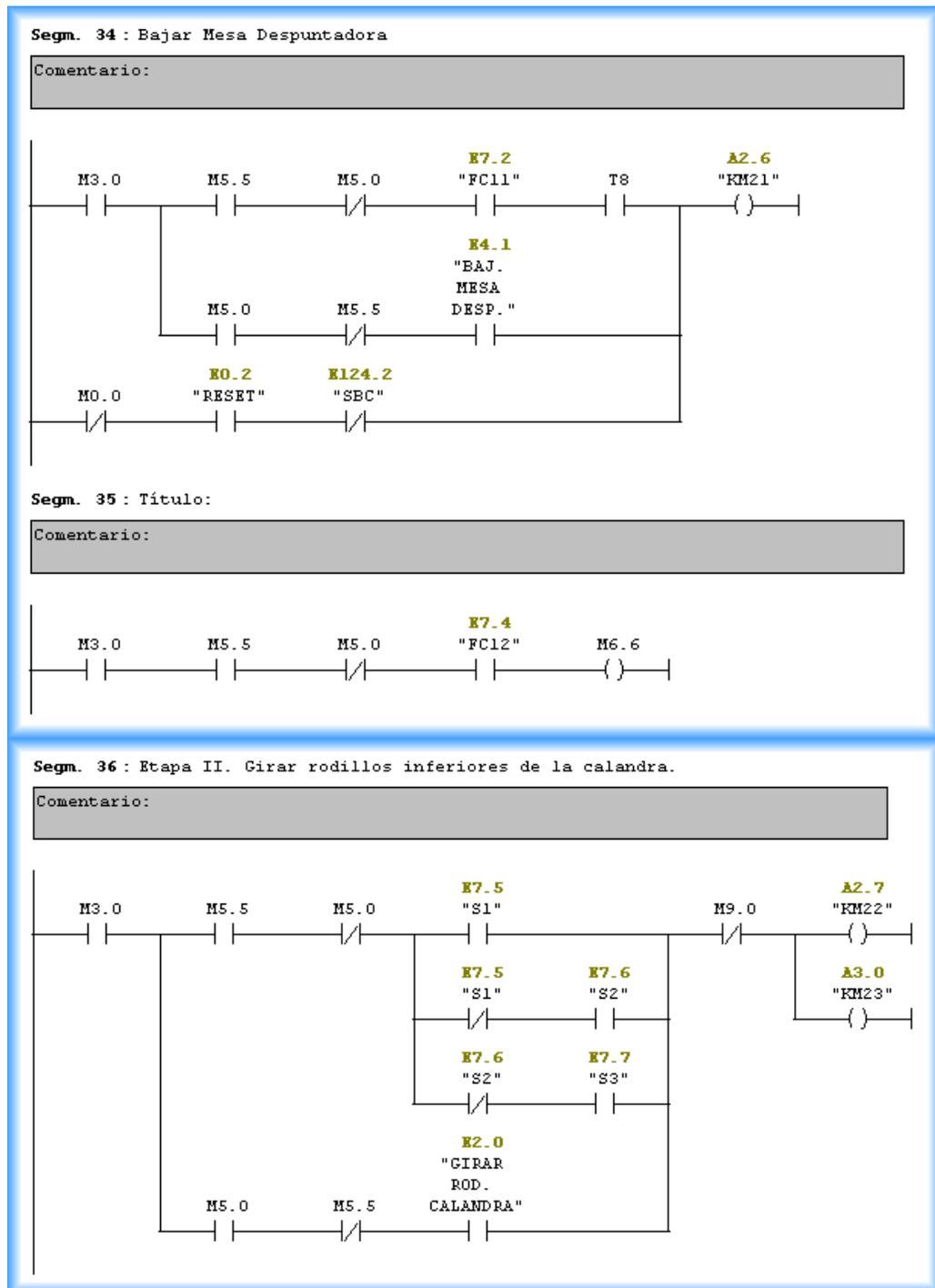
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



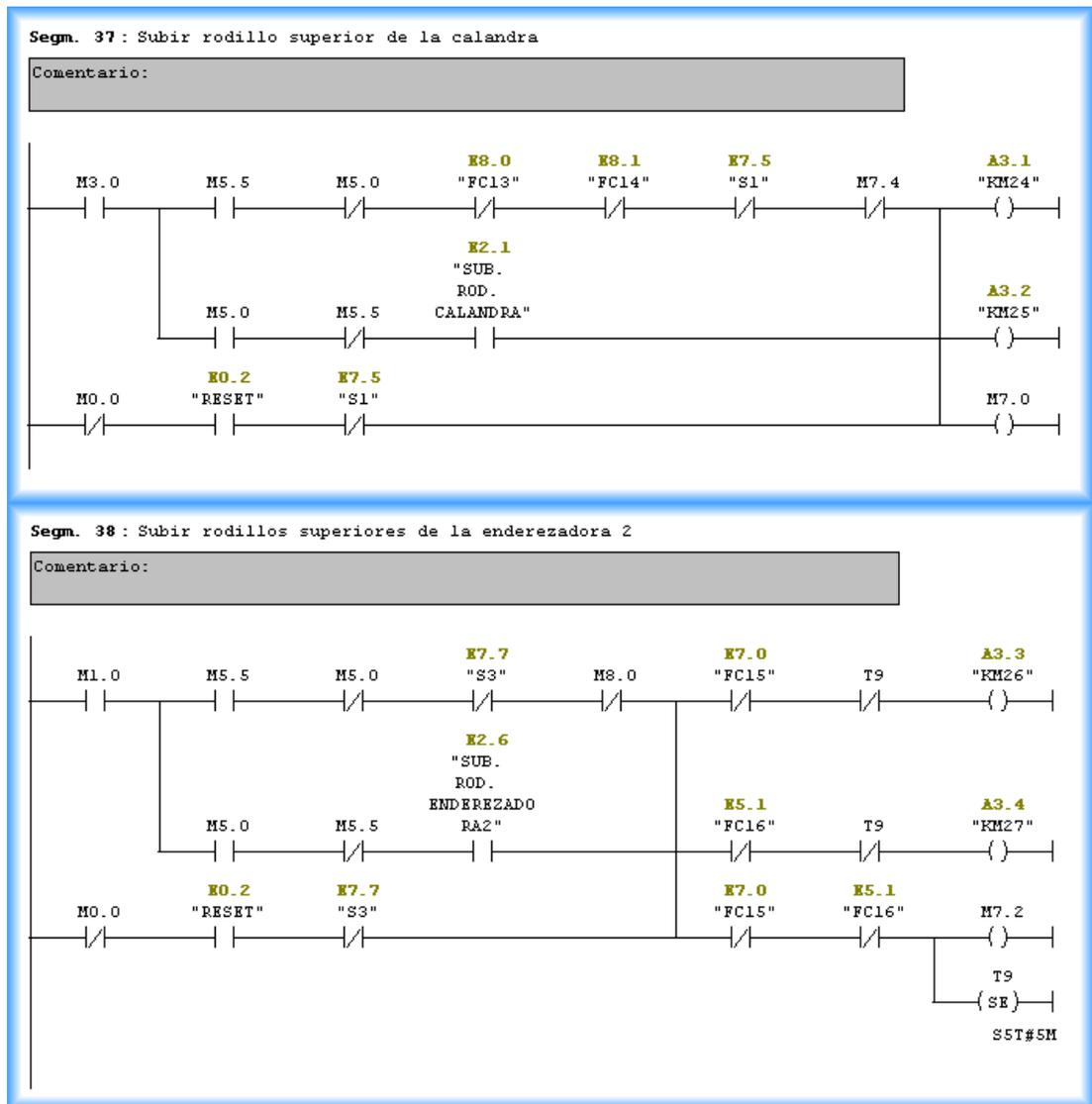
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



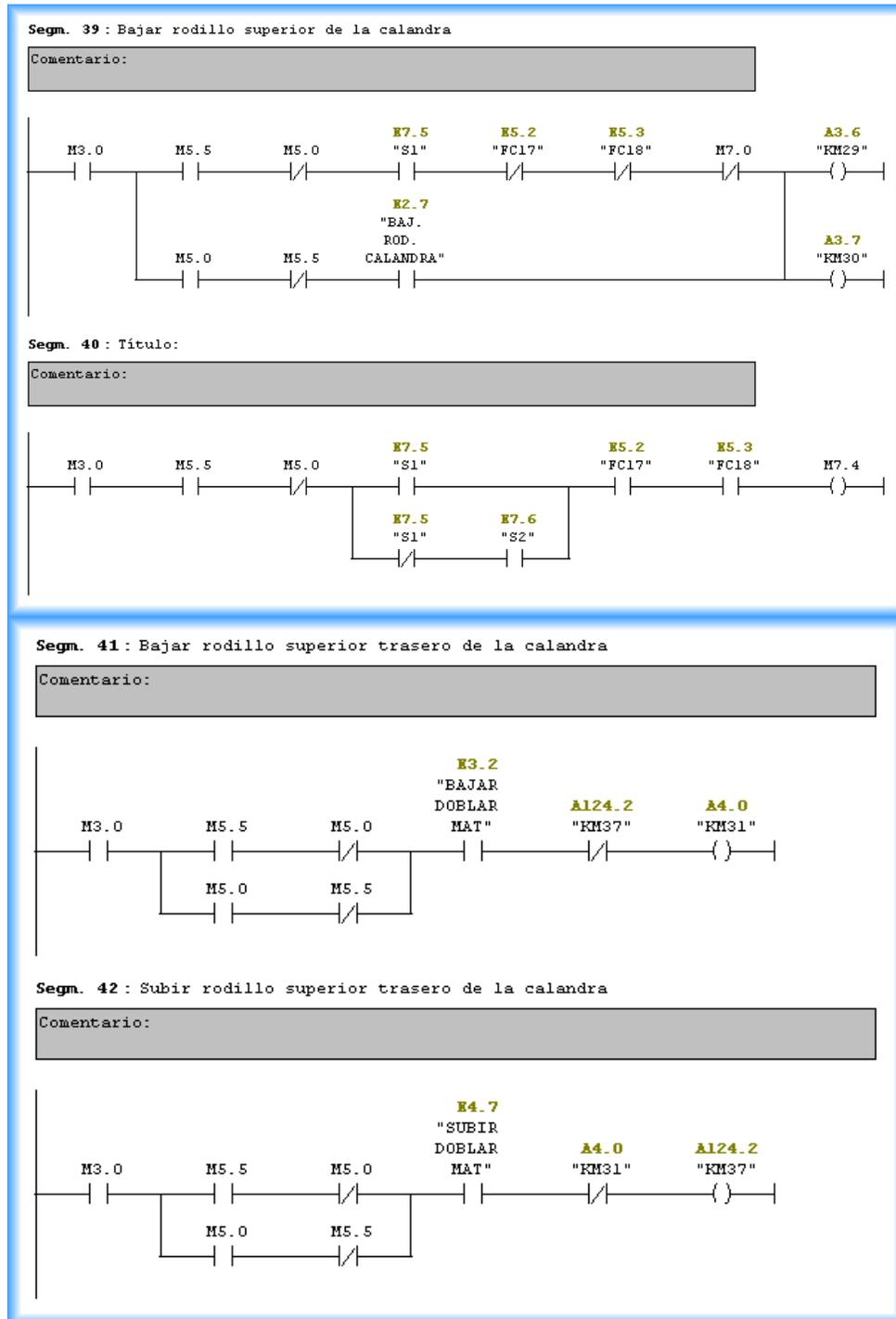
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



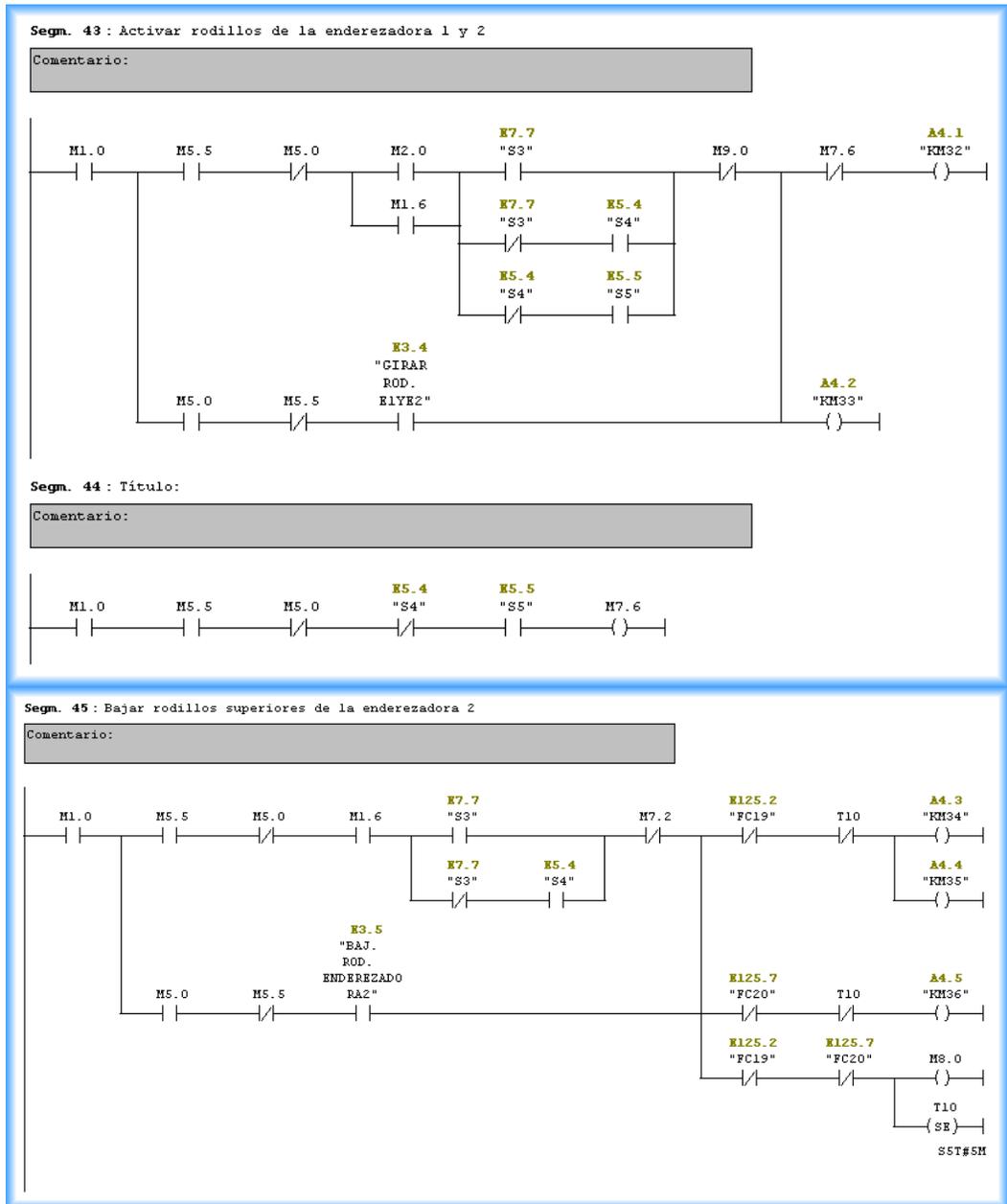
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



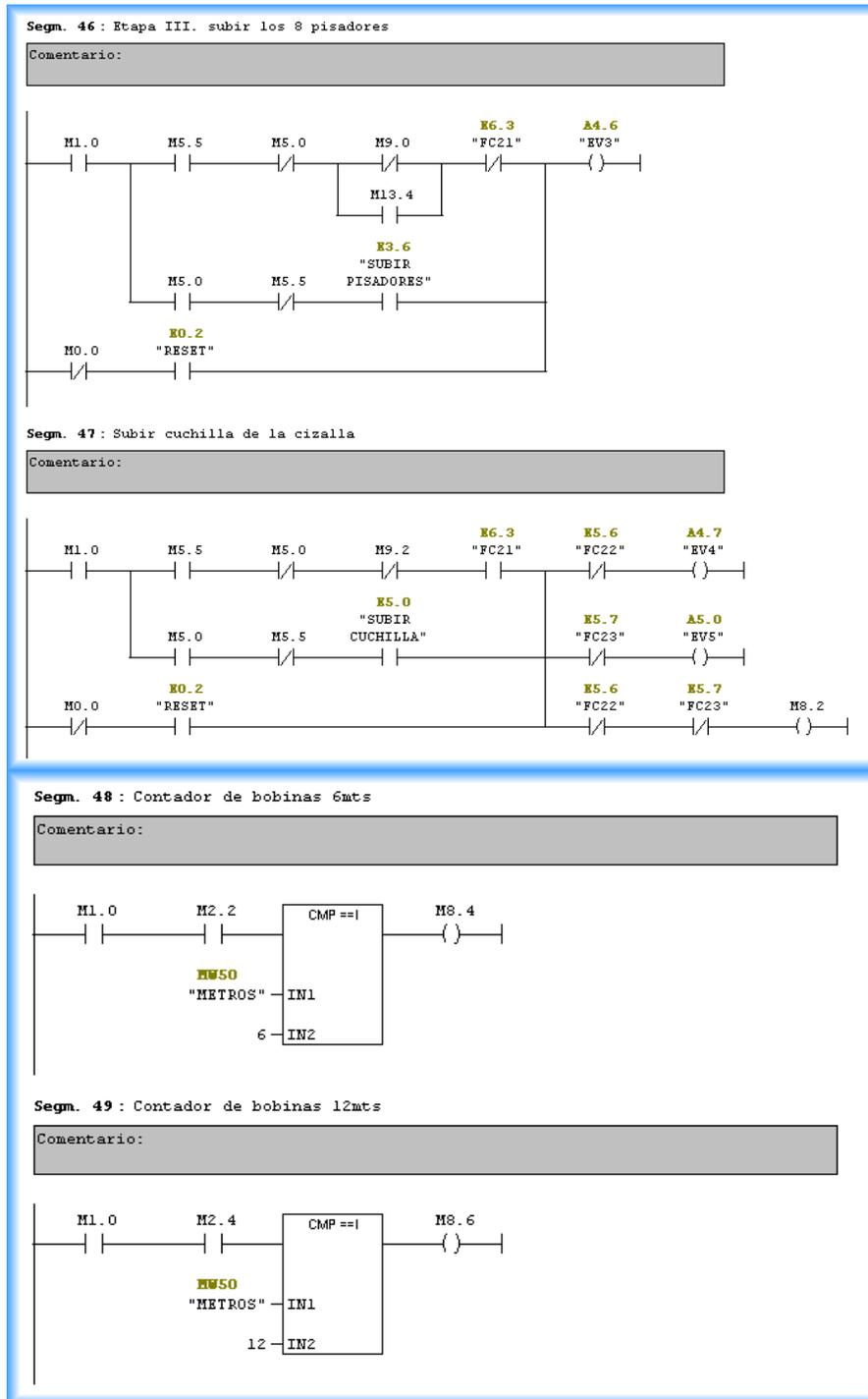
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



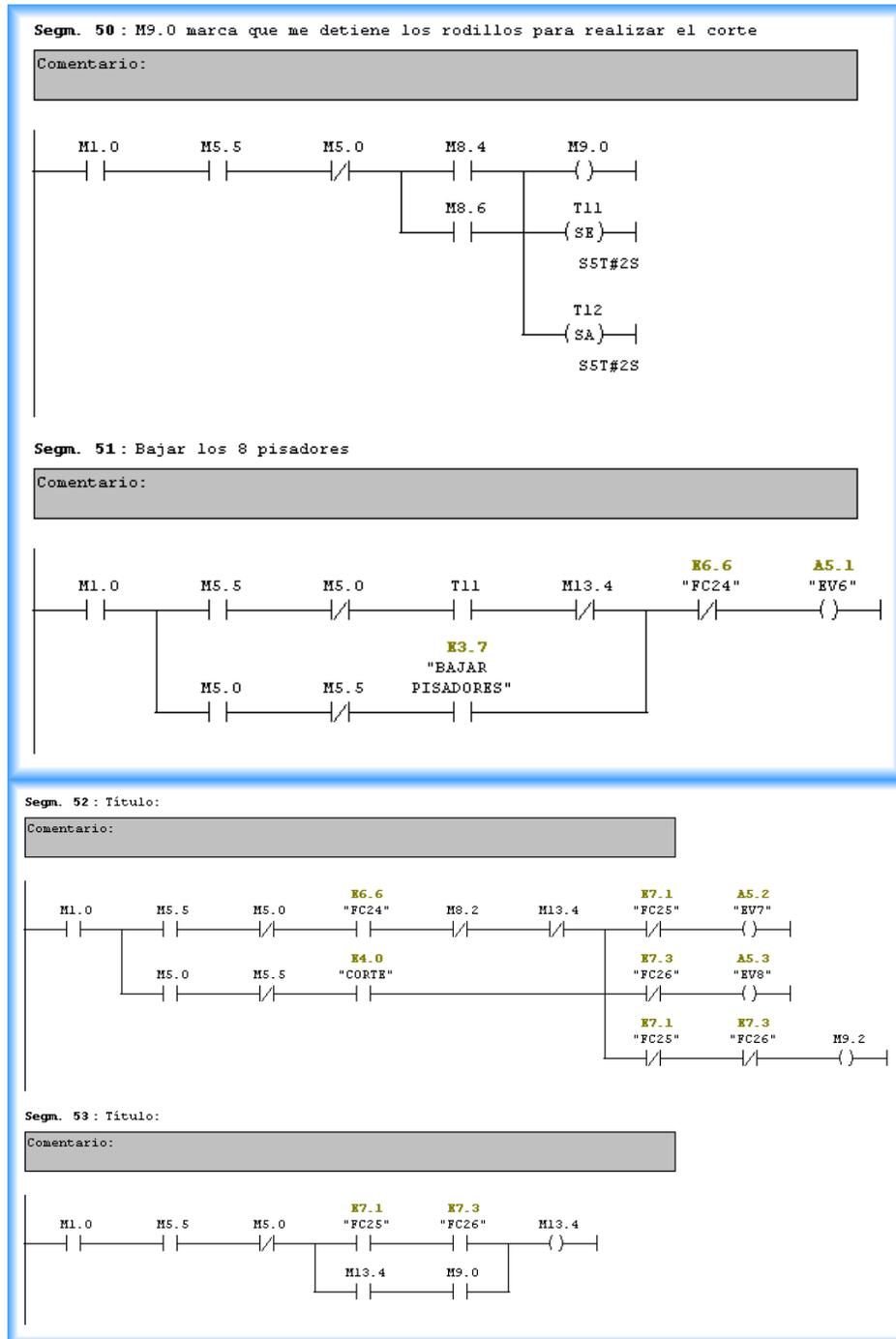
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



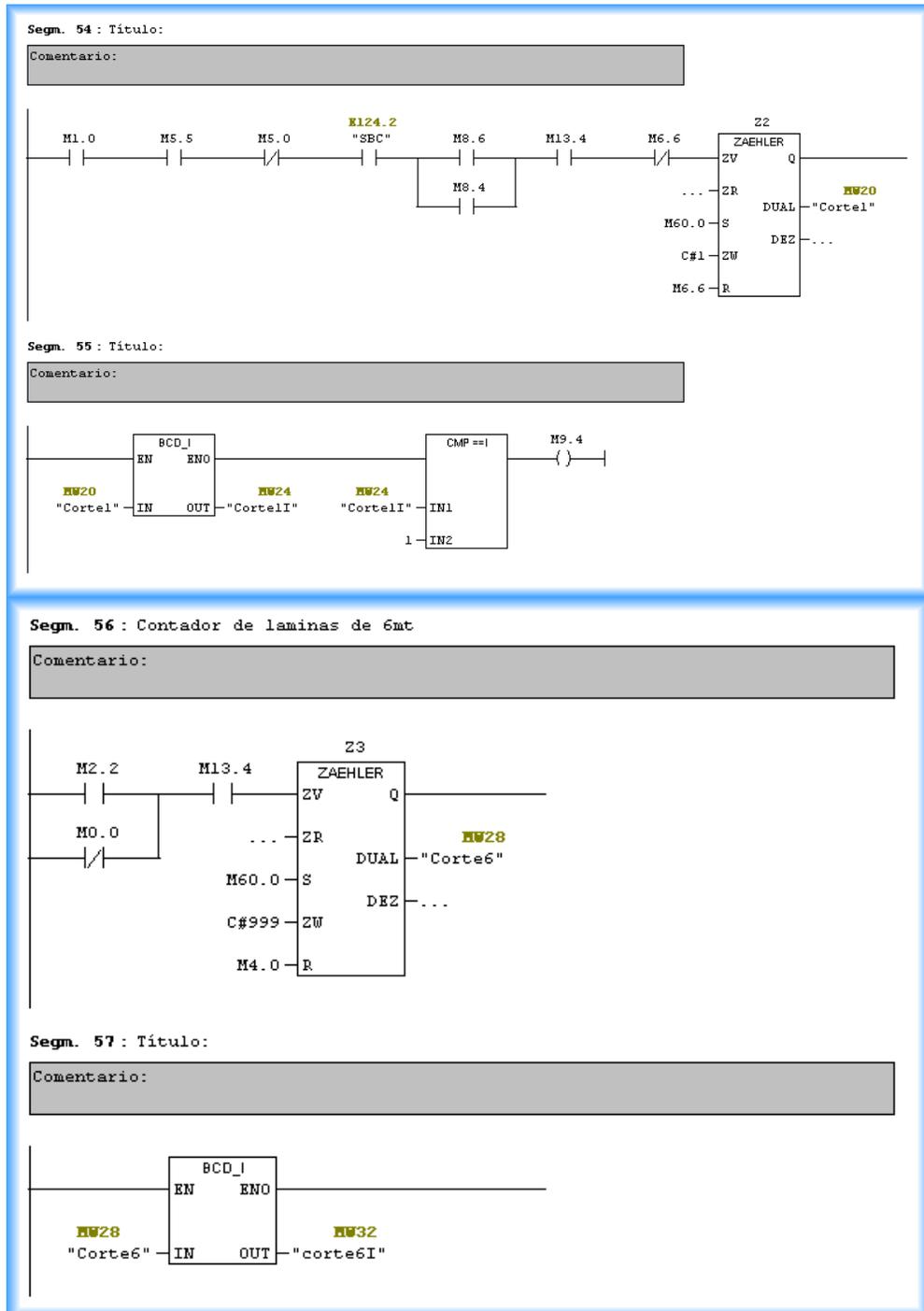
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



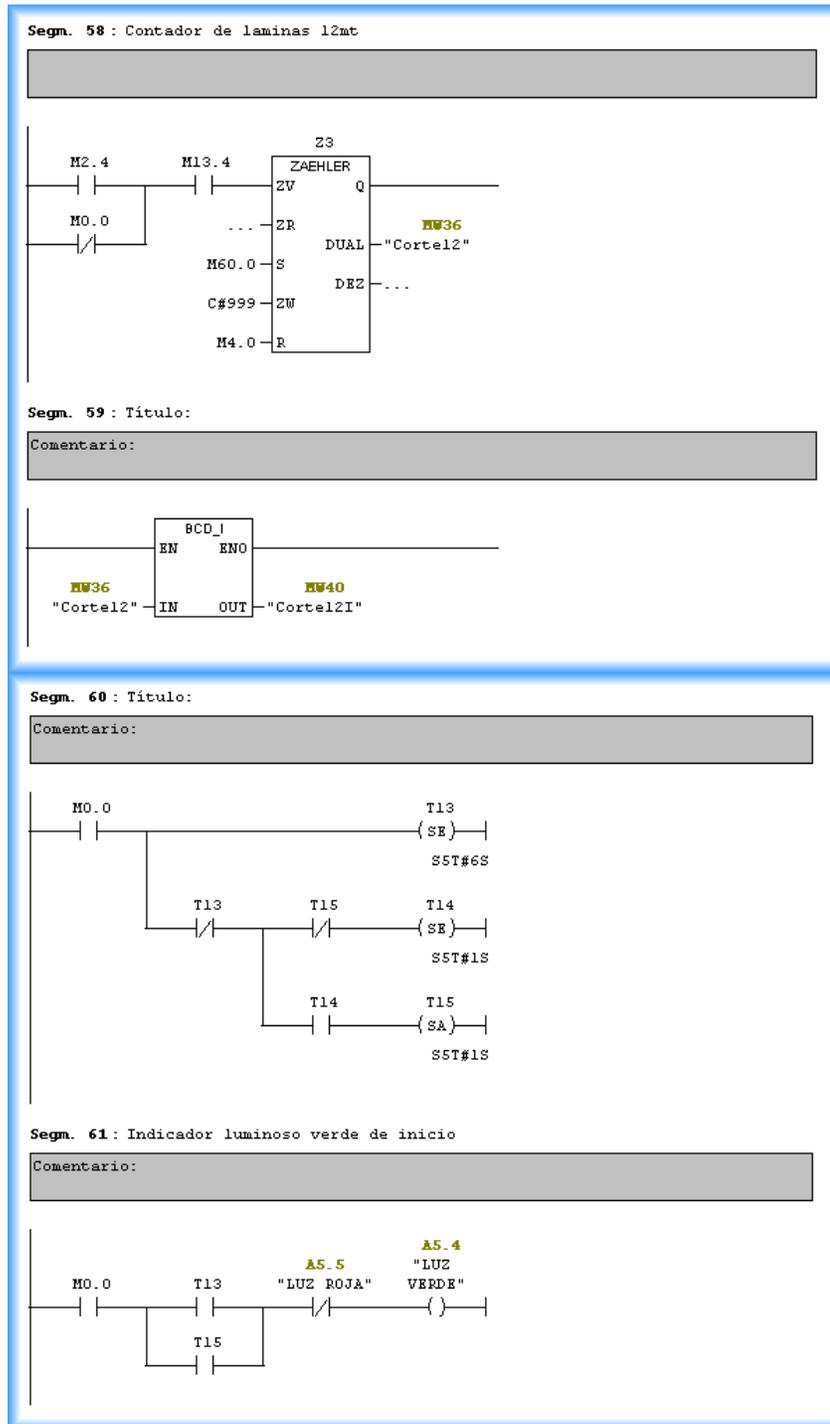
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



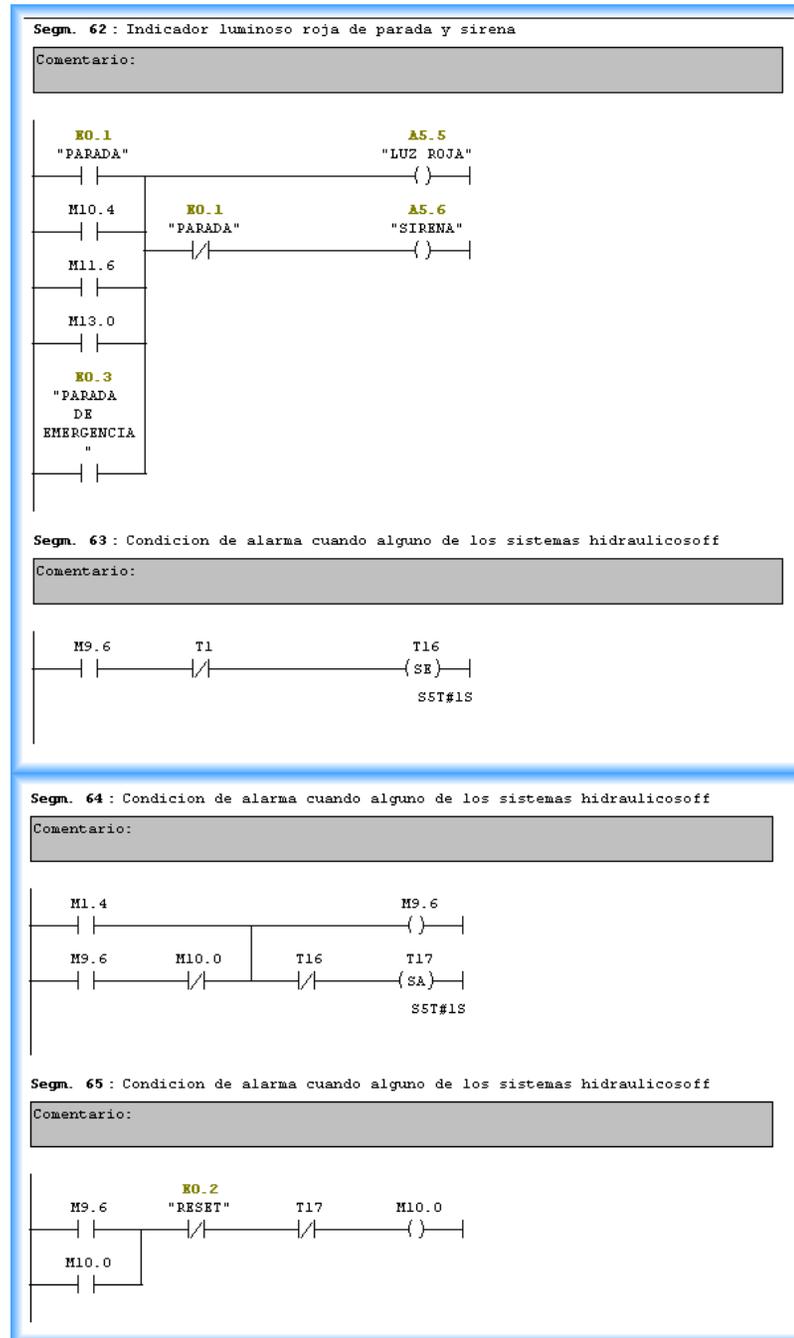
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



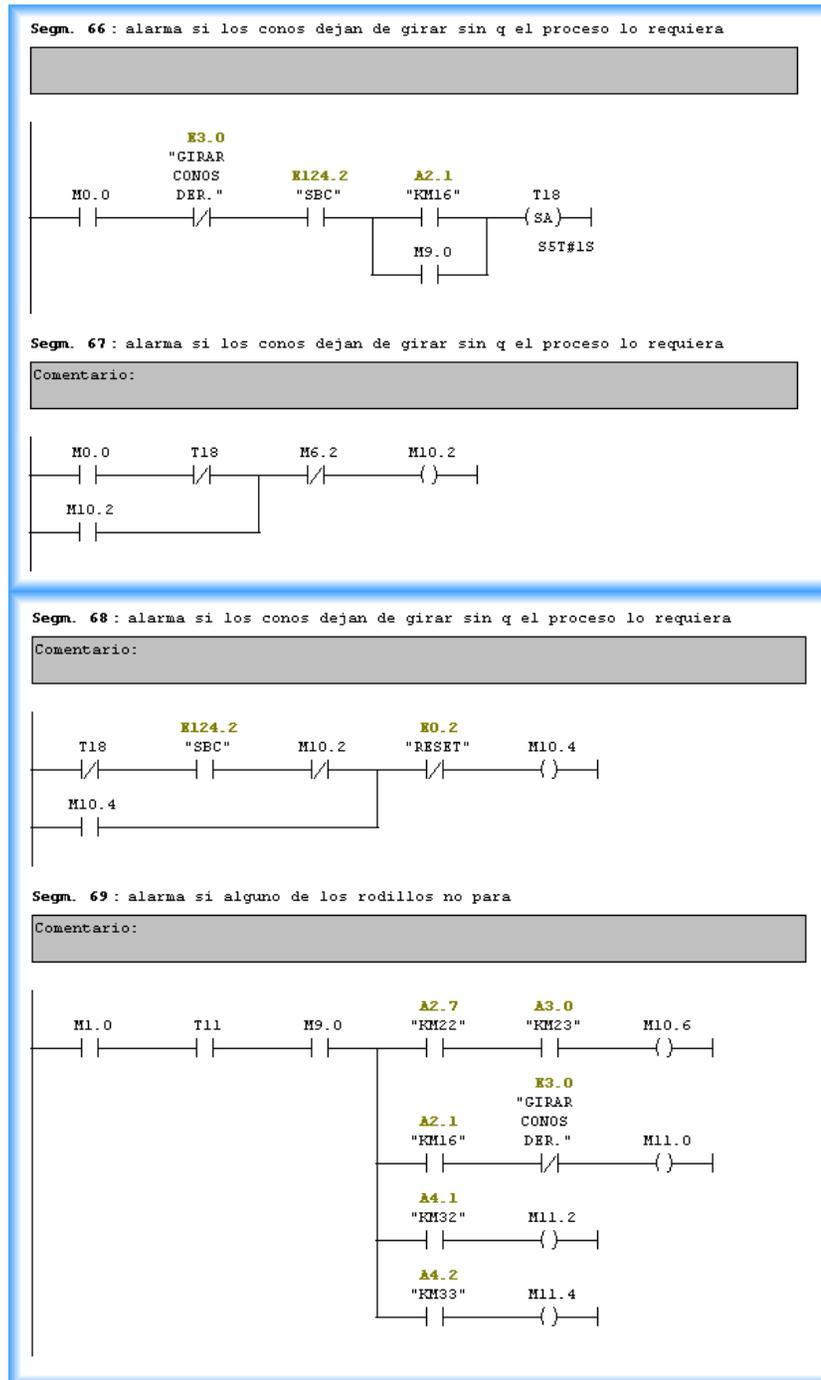
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



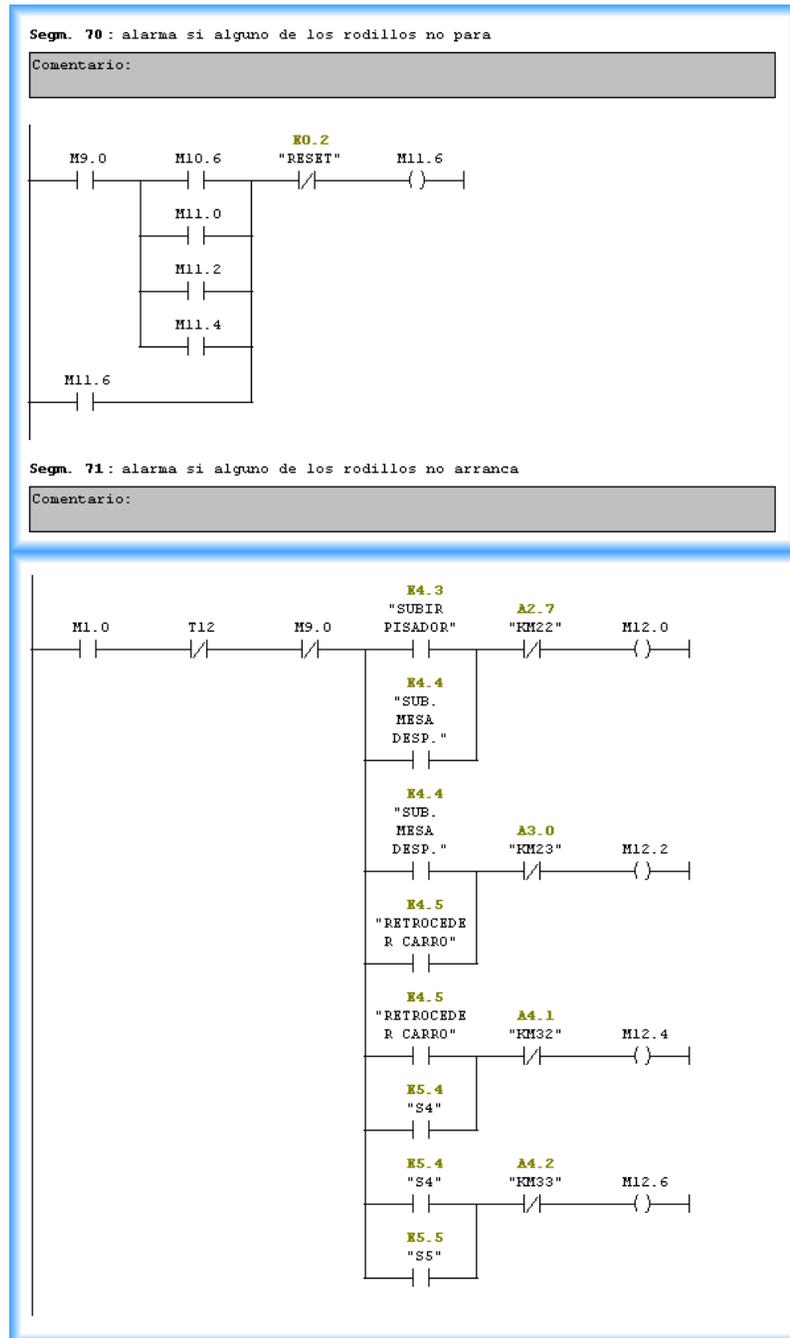
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



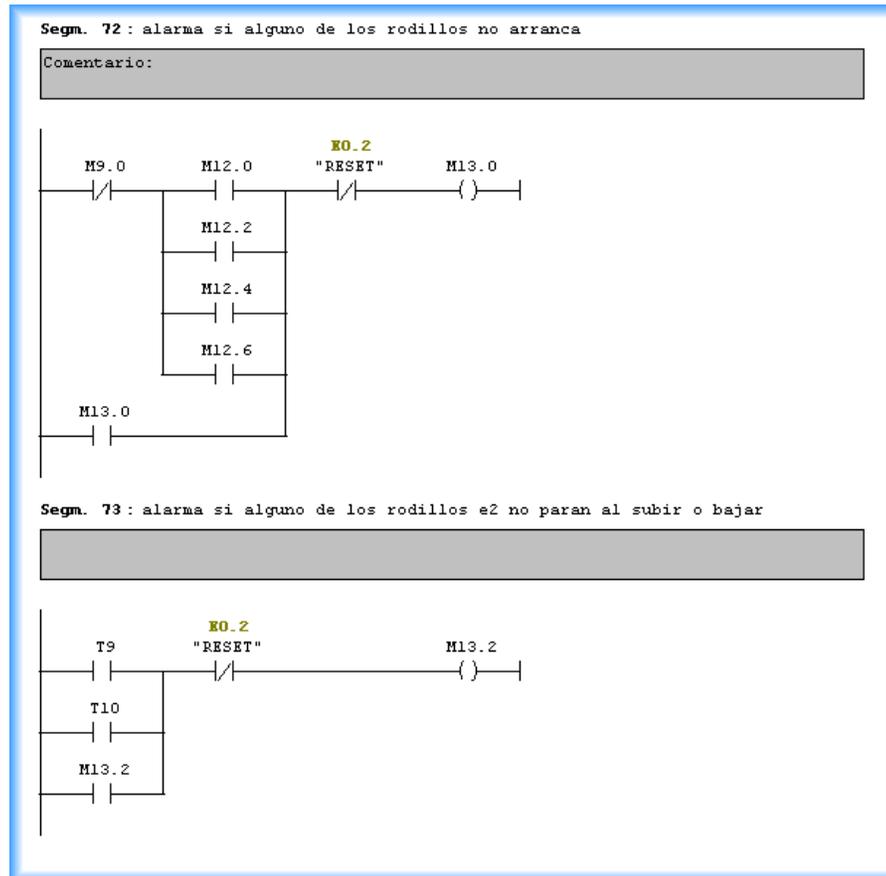
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



Fuente: Propia



ANEXO "A"

Tablas de las canalizaciones eléctricas



A continuación se muestran las tablas que se tomaron en cuenta para la realización de los cálculos en las canalizaciones eléctricas.

Tabla. A.1 Ajuste para los dispositivos protección.

CAPACIDAD MÁXIMA O AJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS Y FALLAS A TIERRA DE LOS CIRCUITOS RAMALES DE MOTORES.

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA CORRIENTE A PLENA			
	FUSIBLE SIN RETARDO DE TIEMPO***	FUSIBLE DE DOS ELEMENTOS (CON RETARDO DE TIEMPO)**	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE DISPARO INSTANTANEO*	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE TIEMPO INVERSO
Monofásico	300	175	800	250
Polifásico de c.a. sin rotor bobinado de jaula de ardilla: Todos menos los de				
Tipo E.	300	175	800	250
Los de tipo E	300	175	1100	250
Sincronos #	300	175	800	250
Con rotor bobinado	150	150	800	150
De c.a. (tensión constante)	150	150	250	150

Para las excepciones a los valores especificados, véanse los Artículos 430-52 a 430-54
* Los valores de la última columna también cubren las corrientes de los interruptores automáticos no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse según el Artículo 430-52.

** Los valores de esta columna son para fusibles de clase CC con retardo.

Los motores síncronos de bajo par y baja velocidad (normalmente 450 rpm o menos), tales como los utilizados con compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan sin carga, no requieren que la corriente de los fusibles o interruptores automáticos sea mayor de 200% de la corriente a plena carga.

Fuente: Canalizaciones Eléctricas.



Tabla. A.2 Capacidades de Corriente.

TABLA 310-16.- Capacidades de corriente (A) permisibles de conductores aislados de 0 a 2000 Volt y 60 °C a 90 °C no más de tres conductores activos en una canalización, cables o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30° C.

CALIBRE AWG/ Kcmil	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR (VER TABLA 310-13)						SECCIÓN AWG/ Kcmil
	60° C	75° C	90° C	60° C	75° C	90° C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN- 2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	....	....	14	....	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....	....
14	20*	20*	25*	....	....	....	....
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 30 °C, MULTIPLICAR LAS ANTERIORES CAPACIDADES DE CORRIENTE POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR. ABAJO INDICADO						



COVENIN 200

CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL

21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobreintensidad de los conductores marcados con un asterisco (*), no deben superar los 15 Ampere para el número 14 AWG; 20 Ampere para el número 12 AWG y 30 Ampere para el número 10 AWG, todos de cobre; o 15 Ampere para el número 12 AWG y 25 Ampere para el número 10 AWG de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por la temperatura ambiente y el número de conductores.

**Fuente: Código Eléctrico Nacional (CEN).
Tabla. A.3 Calibre para conductores de puesta a tierra.**

**Tabla A.2. Calibre para conductores de puesta a tierra
CALIBRE MÍNIMO DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPOS**

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería etc. No mayor de (Amperios)	Calibre del conductor de puesta a tierra	
	Alambre de cobre N°.	Alambre de aluminio, o con recubrimiento de cobre N°.
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	2	1/0
500	2	1/0
600	1/0	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

Fuente: Código Eléctrico Nacional (CEN).

Tabla. A.4 Corriente a plena carga para motores trifásicos.

CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERIOS DE MOTORES TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA.

Los siguientes valores de la corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a velocidad normales de motores con correas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para bajas velocidades (1.200 rpm o menos) o alto par, pueden necesitar corrientes de funcionamiento mayores. Los motores de varias velocidades tendrán corrientes que variarán con la velocidad, en cuyo caso se deberán utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características.

Las tensiones son las nominales de los motores. Las corrientes son las permitidas para instalaciones a 110-120 Volt y 220-240 Volt.

HP	MOTORES DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR BOBINADO, AMPERES							MOTORES SINCRÓNICOS CON FACTOR DE POTENCIA UNITARIO * AMPERES			
	115 Volt	200 Volt	208 Volt	230 Volt	460 Volt	575 Volt	2300 Volt	230 Volt	460 Volt	575 Volt	2300 Volt
1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9					
3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3					
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7					
1 1/2	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4					
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7					
3		11.0	10.6	9.6	4.8	3.9					
5		17.5	16.7	15.2	7.6	6.1					
7 1/2		25.3	24.2	22	11	9					
10		32.2	30.8	28	14	11					
15		48.3	46.2	42	21	17					
20		62.1	59.4	54	27	22					
25		78.2	74.8	68	34	27		53	26	21	
30		92	88	80	40	32		63	32	26	
40		120	114	104	52	41		83	41	33	
50		150	143	130	65	52		104	52	42	
60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125		359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250					302	242	60				
300					361	289	72				
350					414	336	83				
400					477	382	95				
450					515	412	103				
500					590	472	118				

* Para factores de potencia del 90 y el 80 %, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.1 y 1.25

Fuente: Canalizaciones Eléctricas Residenciales.



Tabla. A.5 Capacidad de corrientes nominales normalizada para protecciones eléctrica.

**CAPACIDADES DE CORRIENTE NOMINALES NORMALIZADAS
PARA PROTECCIONES ELÉCTRICAS.**

A continuación se presentan los valores de capacidades de corriente normalizadas por el CEN, para la selección de Fusibles e Interruptores automáticos de tiempo inverso.

CAPACIDAD NORMALIZADAS EN AMPERES
15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90
100 - 110 - 125 - 150 - 175 - 200 - 225 - 300 - 350 - 400 - 450
500 - 600 - 700 - 800 - 1000 - 1200 - 1600
2000 - 2500 - 3000 - 4000 - 5000 - 6000

Excepción: Para fusible se considerarán también normalizadas las capacidades de corriente de valores 1, 3, 6, 10 y 601 Amp.

CEN 240-6

Fuente: Canalizaciones Eléctricas Residenciales.



Tabla. A.6 Ductos para conductores de igual calibre.
MÁXIMO NÚMERO DE CONDUCTORES DE IGUAL CALIBRE EN
TUBERÍAS, TRABAJOS NUEVOS: TIPOS FEP, FEPB, RUH, RUW,
T, TF, THHN, THW, THWN, TW Y TTU.

Trabajos nuevos o realambrados tipos RF-2, RH-2, R, RH, RW, RHH, RHW,
RH-RW.

AWG O MCM	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	5"	6"
14	4	6	10	25	41	90	155	-	-
12	3	5	8	21	34	76	132	208	-
10	1	4	7	17	29	64	110	173	-
8	1	3	4	10	17	38	67	105	152
6	1	1	3	6	10	23	41	64	93
4	1	1	3	5	8	18	31	49	72
2	-	1	1	3	6	14	24	38	55
1/0	-	-	1	2	4	9	16	25	37
2/0	-	-	1	1	3	8	14	22	32
3/0	-	-	1	1	3	7	12	19	27
4/0	-	-	-	1	2	6	10	16	23
250	-	-	-	1	1	5	8	13	19
300	-	-	-	1	1	4	7	11	16
350	-	-	-	1	1	3	6	10	15
400	-	-	-	1	1	3	6	9	13
500	-	-	-	1	1	3	5	8	11
600	-	-	-	-	1	1	4	6	9
700	-	-	-	-	1	1	3	6	8
750	-	-	-	-	1	1	3	5	8

Fuente: Canalizaciones Eléctricas Residenciales.



ANEXO "B"

Datos técnicos de los equipos



A continuación se muestran algunos los catálogos Danfoss, Omron, Siemens, Telemecanique tomado en consideración para la realización del proyecto en los diversos equipos utilizaos. (Los catálogos restantes ver la continuación del Anexo “B” en el CD anexado)

Anexos. B.1 Simatic S7-300

SIMATIC S7-300 Módulos de entrada/salida digitales

Módulo de salida digital SM 322

Sinopsis



- Salidas digitales para el SIMATIC S7-300
- Permite conectar electroválvulas, contactores, pequeños motores, lámparas y arrancadores de motor

Datos técnicos

	6ES7 322-1BH01-0AA0 1BH81-0AA0 ¹⁾	1BL00-0AA0	8BF00-0AB0 ²⁾ 8BF80-0AB0 ¹⁾	5GH00-0AB0	1CF80-0AA0 ¹⁾³⁾	1BF01-0AA0
Cantidad de salidas	16	32	8	16	8	8
Alarmas	-	-	si	-	-	-
Diagnóstico	-	-	parametrizable: alarma de diagnóstico por canales, cortocircuito, rotura de hilo, falta de tensión de carga	Se pueden asignar parámetros	-	-
Tensión nominal de carga L+/L1 • rango permitido	24 V DC 20,4 a 28,8V	24 V DC 20,4 a 28,8V	24 V DC 20,4 a 28,8 V	24/48 V DC	48 a 125 V DC 40 a 140 V DC	24 V DC 20,4 a 28,8V
Tensión de alimentación • con señal "1"	L+ -0,8 V	L+ -0,8 V	L+ -0,8 a -1,6 V	L+ (-0,25 V)	L-1,1 V	L+ -0,8 V
Aislamiento galvánico con bus posterior • en grupos de	Optoacoplador 8	Optoacoplador 8	Optoacoplador 8	Optoacoplador 1	Optoacoplador 4	Optoacoplador 4
Intensidad de salida • con señal "1" - valor nominal a 40 °C - valor nominal con 60 °C - intensidad, mín. - zulässiger Bereich, máx.	- 0,5 A 5 mA	- 0,5 A 5 mA	- 0,5 A 10 mA	- 0,5 A	1,5 A - 10 mA 10 mA	2 A 5 mA
• con señal "0"	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA	1,5 A (durante 50 ms) 1 A ²⁾ (único) 10 µA	10 mA	0,5 mA
Intensidad total de las salidas (por grupo) • hasta 40 °C • hasta 60 °C (montaje horiz.)	4 A 3 A	4 A 3 A	2 A 2 A	0,5 A	4,0 A 4,0 A	4 A
Con carga de lámparas, máx.	5 W	5 W	5 W	5 W	15 W (48 V) y 40 W (120 V)	10 W
Frecuencia de conmutación de las salidas • con carga óhmica, máx. • con carga inductiva máx. • con carga de lámpara máx. • mecánica, máx.	100 Hz 0,5 Hz 100 Hz -	100 Hz 0,5 Hz 100 Hz -	100 Hz 2 Hz 100 Hz -	0,5 Hz - - -	20 Hz 0,5 Hz 10 Hz -	100 Hz 0,5 Hz 100 Hz -
Poder de corte de los contactos • con carga óhmica, máx. • con carga inductiva máx. • con carga de lámparas, máx.	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

1) SIMATIC Outdoor con rango de temperatura ampliado de -25 a +60 °C

2) Cuando la CPU pasa a Stop, el módulo puede o bien mantener el último valor o aplicar en las salidas un valor de sustitución. Diagnóstico por evaluación desde CPU y LED rojo por canal.

3) Disponible únicamente como módulo SIMATIC Outdoor con rango de temperatura ampliado

Anexos. B.2 Limit Switches, detectores Inductivos.



Limit Switches
Compact Design, Plastic, with Reset, Type XCNR

Environmental characteristics		
Conforming to standards	Products	IEC 60947-5-1, EN 60947-5-1, UL 508, CSA C22-2 n° 14
	Machine assemblies	IEC 60204-1, EN 60204-1
Product certifications	Standard version	UL, CSA, CCC (pending)
Protective treatment	Standard version	"TC"
Ambient air temperature		Operation: - 25 to +70 °C (-32 to +21 °F); Storage: - 40 to +70 °C (-40 to +21 °F)
Vibration resistance	Conforming to IEC 60068-2-6	25 gn (10 to 500 Hz)
Shock resistance	Conforming to IEC 60068-2-27	50 gn (11 ms)
Electric shock protection		Class II conforming to IEC 61140 and NF C 20030
Degree of protection		IP 65 conforming to IEC 60529; IK 04 conforming to EN 50102
Cable entry		Depending on model: tapped entry for ISO M20 x 1.5 cable gland, Pg 11 cable gland, ISO M16 x 1.5 or PF 1/2 (G 1/2) cable entry. (1/2" NPT adapter available.)
Material	Bodies	Plastic
	Heads	Plastic
Contact block characteristics		
Rated operational characteristics		~ AC-15; A300 (Ue = 240 V, Ie = 3 A); Ithe = 10 A = DC-13; R300 (Ue = 250 V, Ie = 0.1 A), conforming to IEC 60947-5-1 Appendix A, EN 60947-5-1
Rated insulation voltage		Ui = 500 V degree of pollution 3, conforming to IEC 60947-1 Ui = 300 V conforming to UL 508, CSA C22-2 n° 14
Rated impulse withstand voltage		Uimp = 6 kV conforming to IEC 60947-1, IEC 60664
Positive operation		N.C. contacts with positive opening operation conforming to IEC 60947-5-1 Appendix K, EN 60947-5-1
Short-circuit protection		10 A cartridge fuse type gG (gl) (Supplied by the user.)
Cabling	Screw clamp terminals	Clamping capacity: min., 1 x 0.34 mm ² , max., 2 x 1.5 mm ²

*Características,
conexiones,
puesta en marcha
y dimensiones*

Detectores de proximidad inductivos
Osiprox® serie Universal
Cilíndricos empotrables
Dos hilos de corriente alterna o continua

Características			XS6 00B1M0U20	XS6 00B1M0L2
Tipo de detectores				
Homologaciones			UL, CSA, c c	
Modo de conexión	Por conector		1/2" - 20UNF	-
	Por cable		-	Longitud: 2 m
Campo de funcionamiento	Ø 12	mm	0...3,2	
	Ø 18	mm	0...6,4	
	Ø 30	mm	0...12	
Histeresis		%	1...15 alcance real (Sr)	
Grado de protección	Según IEC 60529		IP67	IP68 doble aislamiento
Temperatura de almacenamiento		°C	-40...+ 85	
Temperatura de funcionamiento		°C	-25...+ 70	
Materiales	Cuerpo		Latón niquelado	
	Cable		PvR 2 x 0,34 mm ²	
Resistencia a las vibraciones	Según IEC 60068-2-6		25 g, amplitud ± 2 mm (f = 10 a 55 Hz)	
Resistencia a los choques	Según IEC 60068-2-27		50 g, duración 11 ms	
Señalización de estado de salida			LED amarillo: 4 posiciones a 90°	LED amarillo: anular
Tensión asignada de alimentación		V	~ 0 = 24...240 (~ 50/60 Hz)	
Límites de tensión (ondulación incluida)		V	~ 0 = 20...264	
Corriente conmutada	XS6 12B1M000	mA	5...200 (1)	
	XS6 18B1M000, XS6 30B1M000	mA	~ 5...300 o = 5...200 (1)	
Tensión residual, estado cerrado		V	≤ 5,5	
Corriente residual, estado abierto		mA	≤ 0,8	
Frecuencia máxima de conmutación	XS6 12B2000, XS6 18B1M000	Hz	~ 25 o = 1.000	
	XS6 30B1M000	Hz	~ 25 o = 500	
Retardos	A disponibilidad	ms	≤ 20 XS6 12B1M000, ≤ 25 XS6 18B1M000 y XS6 30B1M000	
	Al accionamiento	ms	≤ 0,5	
	Al desaccionamiento	ms	≤ 0,2 XS6 12B1M000, ≤ 0,5 XS6 18B1M000, ≤ 2 XS6 30B1M000	

(1) Es obligatorio poner en serie con la carga un fusible de acción rápida de 0,4 A.



ANEXO "B"

Datos técnicos de los equipos

A continuación se muestran algunos de los catálogos Danfoss, Omron, Siemens, Telemecanique tomado en consideración para la realización del proyecto en los diversos equipos utilizados. (Los catálogos restantes ver la continuación del Anexo “B” en el CD anexo)

Anexos. B.1 Simatic S7-300

SIMATIC S7-300 Módulos de entrada/salida digitales

Módulo de salida digital SM 322

Síntesis



- Salidas digitales para el SIMATIC S7-300
- Permite conectar electroválvulas, contactores, pequeños motores, lámparas y arrancadores de motor

Datos técnicos

	6ES7 322-1BH01-0AA0 1BH81-0AA0 1)	1BL00-0AA0	8BF00-0AB0 2) 8BF80-0AB0 1)	5GH00-0AB0	1CF80-0AA0 1) 3)	1BF01-0AA0
Cantidad de salidas	16	32	8	16	8	8
Alarmas	-	-	si	-	-	-
Diagnóstico	-	-	parametrizable: alarma de diagnóstico por canales, cortocircuito, rotura de hilo, falta de tensión de carga	Se pueden asignar parámetros	-	-
Tensión nominal de carga L+/L1 • rango permitido	24 V DC 20,4 a 28,8V	24 V DC 20,4 a 28,8V	24 V DC 20,4 a 29,8 V	24/48 V DC -	48 a 125 V DC 40 a 140 V DC	24 V DC 20,4 a 28,8V
Tensión de alimentación • con señal "1"	L+ -0,8 V	L+ -0,8 V	L+ -0,8 a -1,6 V	L+ (-0,25 V)	L-1,1 V	L+ -0,8 V
Aislamiento galvánico con bus posterior • en grupos de	Optoacoplador 8	Optoacoplador 8	Optoacoplador 8	Optoacoplador 1	Optoacoplador 4	Optoacoplador 4
Intensidad de salida • con señal "1" - valor nominal a 40 °C - valor nominal con 60 °C - intensidad, mín. - zulässiger Bereich, máx.	- 0,5 A 5 mA	- 0,5 A 5 mA	- 0,5 A 10 mA	- 0,5 A 1,5 A (durante 50 ms) 1 A*s (único) 10 µA	1,5 A - 10 mA 10 mA	2 A 5 mA
• con señal "0"	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA	-	10 mA	0,5 mA
Intensidad total de las salidas (por grupo) • hasta 40 °C • hasta 60 °C (montaje horiz.)	4 A 3 A	4 A 3 A	2 A 2 A	0,5 A	4,0 A 4,0 A	4 A
Con carga de lámparas, máx.	5 W	5 W	5 W	5 W	15 W (48 V) y 40 W (120 V)	10 W
Frecuencia de conmutación de las salidas • con carga ohmica, máx. • con carga inductiva máx. • con carga de lámpara máx. • mecánica, máx.	100 Hz 0,5 Hz 100 Hz -	100 Hz 0,5 Hz 100 Hz -	100 Hz 2 Hz 100 Hz -	0,5 Hz - - -	20 Hz 0,5 Hz 10 Hz -	100 Hz 0,5 Hz 100 Hz -
Poder de corte de los contactos • con carga ohmica, máx. • con carga inductiva máx. • con carga de lámparas, máx.	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

1) SIMATIC Outdoor con rango de temperatura ampliado de -25 a +60 °C

2) Cuando la CPU pasa a Stop, el módulo puede o bien mantener el último valor o aplicar en las salidas un valor de sustitución. Diagnóstico por evaluación desde CPU y LED rojo por canal.

3) Disponible únicamente como módulo SIMATIC Outdoor con rango de temperatura ampliado



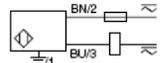
Anexos. B.2 Limit Switches, detectores Inductivos.

Limit Switches Compact Design, Plastic, with Reset, Type XCNR

Environmental characteristics		
Conforming to standards	Products	IEC 60947-5-1, EN 60947-5-1, UL 508, CSA C22-2 n° 14
	Machine assemblies	IEC 60204-1, EN 60204-1
Product certifications	Standard version	UL, CSA, CCC (pending)
Protective treatment	Standard version	*TC*
Ambient air temperature		Operation: - 25 to +70 °C (-32 to +21 °F); Storage: - 40 to +70 °C (-40 to +21 °F)
Vibration resistance	Conforming to IEC 60068-2-6	25 gn (10 to 500 Hz)
Shock resistance	Conforming to IEC 60068-2-27	50 gn (11 ms)
Electric shock protection		Class II conforming to IEC 61140 and NF C 20030
Degree of protection		IP 65 conforming to IEC 60529; IK 04 conforming to EN 50102
Cable entry		Depending on model: tapped entry for ISO M20 x 1.5 cable gland, Pg 11 cable gland, ISO M16 x 1.5 or PF 1/2 (G 1/2) cable entry (1/2" NPT adapter available.)
Material	Bodies	Plastic
	Heads	Plastic
Contact block characteristics		
Rated operational characteristics		~ AC-15; A300 (Ue = 240 V, Ie = 3 A), Ithe = 10 A = DC-13; R300 (Ue = 250 V, Ie = 0.1 A), conforming to IEC 60947-5-1 Appendix A, EN 60947-5-1
Rated insulation voltage		Ui = 500 V degree of pollution 3, conforming to IEC 60947-1 Ui = 300 V conforming to UL 508, CSA C22-2 n° 14
Rated impulse withstand voltage		Uimp = 6 kV conforming to IEC 60947-1, IEC 60664
Positive operation		N.C. contacts with positive opening operation conforming to IEC 60947-5-1 Appendix K, EN 60947-5-1
Short-circuit protection		10 A cartridge fuse type gG (gl) (Supplied by the user.)
Cabling	Screw clamp terminals	Clamping capacity: min., 1 x 0.34 mm ² , max., 2 x 1.5 mm ²

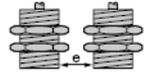
Anexos. B.3 Conexiones

Conexiones

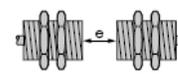
Por conector 1/2" - 20UNF  <p style="font-size: small;">+/- : 2 ↓ : 1 +/- : 3</p> <p style="font-size: x-small;">Ver los conectores, pág. 6/57.</p>	Por cable BU: azul BN: marrón	Tipo 2 hilos ~ o ≡ salida NA o NC  <p style="font-size: x-small;">±: en modelo de conector únicamente.</p>
---	--	---

Precauciones de Instalación

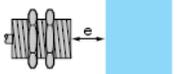
Distancias que deben respetarse en el montaje (mm)



Lado a lado	
Ø 12	e ≥ 8
Ø 18	e ≥ 16
Ø 30	e ≥ 30



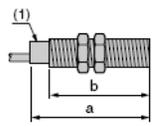
Cara a cara	
e ≥ 50	
e ≥ 90	
e ≥ 180	



Cara a masa metálica	
e ≥ 12	
e ≥ 25	
e ≥ 45	

Dimensiones

XS6



	Por cable (mm)		Por conector (mm)	
	a	b	a	b
XS6				
Ø 12	50	42	61	42
Ø 18	60	51	72,2	51
Ø 30	60	51	72,2	51

Schneider Electric
 Telemecanique
2/31

Anexos. B.4 Unidades mando

Unidades de mando y señalización

Harmony XVB

Balizas luminosas y columnas de señalización



Balizas luminosas XVB L Ø 70 mm	Señalización permanente		Señalización intermitente	
	Incandescencia BA 15d, 7 W máx. (no incluido)	Con LED BA 15d (incluida)	Con LED BA 15d (incluida)	Tubo de descarga "flash" 5 J (2)
Tipo de lámpara	Incandescencia BA 15d, 7 W máx. (no incluido)	Con LED BA 15d (incluida)	Con LED BA 15d (incluida)	Tubo de descarga "flash" 5 J (2)
Grado de protección	IP65			
Tensión asignada de aislamiento (U)	250 V			
Referencias de balizas (2)	12...230 V CA/CC 24 V CA/CC 120 V CA 230 V CA	XVB L3●	–	–
		–	XVB L0B●	XVB L1B●
		–	XVB L0G●	XVB L1G●
		–	XVB L0M●	XVB L1M●
				XVB L6B●
				XVB L6G●
				XVB L6M●



Lámpara de espejo giratoria XVR y sirenas XVS	Lámpara de luz giratoria		Sirenas 106 db	
	Lámpara halógena 70 W H1 (incluida)	Lámpara de incandescencia 25 W BA 15d (incluida)	1 tonalidad	2 tonalidades
Descripción	Lámpara halógena 70 W H1 (incluida)	Lámpara de incandescencia 25 W BA 15d (incluida)	1 tonalidad	2 tonalidades
Diámetro	Ø 165 mm		Ø 92 mm	
Grado de protección	IP65		IP40	
Tensión asignada de aislamiento (U)	250 V			
Referencias (2)	24 V CA/CC 120 V CA 230 V CA	XVR 1B●●	XVS B1	XVS B2
		–	XVS G1	XVS G2
		–	XVS M1	XVS M2

(2) Para obtener la referencia completa: sustituir ● por los siguientes números para definir el color: 3 = verde, 4 = rojo, 5 = naranja, 6 = azul, 8 = amarillo.

Anexos. B.4 Unidades mando (continuación)

Unidades de mando y señalización

Harmony XB4

Pulsadores y pilotos con embellecedor metálico Ø 22
Funciones de contactos



Pulsadores de impulso		Embellecedor circular cromado					
Tipo de cabeza							
Grado de protección		IP66 / Nema 4X, 13 / Clase I					
Montaje (mm)	taladrado del soporte entreje de montaje	Ø 22,5 recomendado (22,4 ^{+0,4}) 30 x 40					
Fondo (mm)	bajo la cabeza	43					
Conexión (1)		Borne por tornillos y estribos					
Tipo de pulsador		Rasante		Rasante con capuchón de silicona			
Sin marcado	Productos	Completos	A componer	Completos	A componer		
Referencias	negro ● "NA" verde ● "NA" rojo ● "NC" amarillo ● "NA" azul ● "NA"	XB4 BA21 XB4 BA31 XB4 BA42 XB4 BA51 XB4 BA61	ZB4 BZ101 ZB4 BZ101 ZB4 BZ102 ZB4 BZ101 ZB4 BZ101	ZB4 BA2 ZB4 BA3 ZB4 BA4 ZB4 BA5 ZB4 BA6	XB4 BP21 XB4 BP31 XB4 BP42 XB4 BP51 XB4 BP61	ZB4 BZ101 ZB4 BZ101 ZB4 BZ102 ZB4 BZ101 ZB4 BZ101	ZB4 BP2 ZB4 BP3 ZB4 BP4 ZB4 BP5 ZB4 BP6
Tipo de pulsador		Rasante		Seta Ø 40 mm			
Con marcado internacional	Productos	Completos	A componer	Completos	A componer		
Referencias	verde ● "NA" rojo ● "NC"	XB4 BA3311	ZB4 BZ101 ZB4 BA331	XB4 BA4322	ZB4 BZ102 ZB4 BA432		
Tipo de pulsador		Saliente		De dos teclas con capuchón de silicona			
Sin marcado	Productos	Completos	A componer	Completos	A componer		
Referencias	negro ● "NA" rojo ● "NC"	XB4 BL42	ZB4 BZ102 ZB4 BL4	XB4 BC21	ZB4 BZ101 ZB4 BC2		
Tipo de pulsador		De dos teclas		De dos teclas con capuchón de silicona			
Grado de protección		IP40		IP66			
Con marcado internacional	Productos	Completos	A componer	Completos	A componer		
Referencias	verde / rojo ● "NC" + "NA"	XB4 BL845	ZB4 BZ105 ZB4 BL8434	XB4 BL945	ZB4 BZ105 ZB4 BL9434		

(1) Otras conexiones: por conector, por pestillos Faston (6,35 y 2 x 2,8).



Pulsador "de seta" Ø 40 mm		Con enclavamiento			Con enclavamiento brusco "antifraudes"		
Tipo de pulsador		Pulsar/tirar ("NC")			Pulsar/tirar ("NC"+"NA")		
Sin marcar	Productos	Completos	A componer	Completos	A componer		
Referencias	rojo ● "NC" o "NC"+"NA"	XB4 BT42	ZB4 BZ102 ZB4 BT4	XB4 BT845	ZB4 BZ105 ZB4 BT84		
Tipo de pulsador		Girar para desenclavar ("NC")			Girar para desenclavar ("NC"+"NA")		
Referencias	rojo ● "NC" o "NC"+"NA"	XB4 BS542	ZB4 BZ102 ZB4 BS54	XB4 BS8445	ZB4 BZ105 ZB4 BS844		
Tipo de pulsador		Girar para desenclavar por llave ("NC")			Girar para desenclavar por llave ("NC"+"NA")		
Referencias	rojo ● "NC" o "NC"+"NA"	XB4 BS142	ZB4 BZ102 ZB4 BS14	XB4 BS9445	ZB4 BZ105 ZB4 BS944		

Anexos. B.4 Unidades mando (continuación)

Unidades de mando y señalización

Harmony XB4

Pulsadores y pilotos con embellecedor metálico Ø 22
Funciones luminosas



Pilotos luminosos							
Tipo de cabeza		Embellecedor circular					
Grado de protección		Con tapón liso IP66 / Nema 4X, 13 / Clase I					
Montaje (mm)	taladrado del soporte entreje de montaje	Ø 22,5 recomendado (22,4 ^{+0,4}) 30 x 40					
Fondo	bajo la cabeza	43					
Conexión (1)		Borne por tornillos y estribos					
Fuente luminosa		Con LED integrado					
	Productos	Completos			Completos	A componer	
Tensión de alimentación		24 V CA/CC	48...120 V CA	230...240 V CA	250 V máx., 2,4 W máx.		
Referencias	blanco	XB4 BVB1	XB4 BVG1	XB4 BVM1	XB4 BV61	ZB4 BV6	ZB4 BV01
	verde	XB4 BVB3	XB4 BVG3	XB4 BVM3	XB4 BV63	ZB4 BV6	ZB4 BV03
	rojo	XB4 BVB4	XB4 BVG4	XB4 BVM4	XB4 BV64	ZB4 BV6	ZB4 BV04
	amarillo	XB4 BVB5	XB4 BVG5	XB4 BVM5	XB4 BV65	ZB4 BV6	ZB4 BV05
	azul	XB4 BVB6	XB4 BVG6	XB4 BVM6	-	-	-

(1) Otras conexiones: por conector, por pestillos Faston (6,35 y 2 x 2,8).

Harmony XB4

Pulsadores y pilotos con embellecedor metálico Ø 22
Funciones de contactos



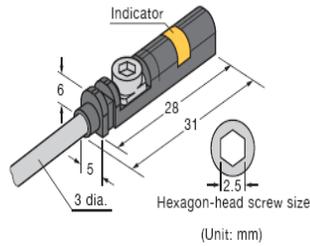
Selectores									
Tipo de cabeza		Embellecedor circular							
Grado de protección		IP66 / Nema 4X, 13 / Clase I							
Montaje (mm)	taladrado del soporte entreje de montaje	Ø 22,5 recomendado (22,4 ^{+0,4}) 30 x 40							
Fondo (mm)	bajo la cabeza	43							
Conexión (1)		Borne por tornillos y estribos							
Tipo de dispositivo de mando		De maneta							
	Productos	Completos		A componer		Completos		A componer	
Número y tipo de posición		2 posiciones fijas				2 posiciones de retorno a la izquierda			
Referencias	negra "NA"	XB4 BD21		ZB4 BZ101	ZB4 BD2	XB4 BD41		ZB4 BZ101	ZB4 BD4
Número y tipo de posición		3 posiciones fijas				3 posiciones con retorno en el centro			
Referencias	negra "NA" + "NA"	XB4 BD33		ZB4 BZ103	ZB4 BD3	XB4 BD53		ZB4 BZ103	ZB4 BD5

(1) Otras conexiones: por conector, por pestillos Faston (6,35 y 2 x 2,8).

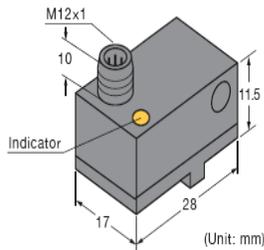
Anexos. B.5 Especificaciones técnicas de sensores magnéticos Omron

Ratings/Performance

Standard Models: E2SS-M Series



Magnetic Field Immune Models*: E2SS-W Series



* These models prevent malfunction in environments in which AC welding is being performed.
The Sensor will hold the ON or OFF control output condition when subjected to an AC magnetic field of 50 to 60 Hz and 10 to 100 mT. When the field subsides, the Sensor returns to normal operation.
(Standard models will malfunction under magnetic field noise of approximately 1 mT or higher.)

Item	Model	E2SS-M Series		E2SS-W Series	
		E2SS-MC1(-M1J)	E2SS-MB1(-M1J)	E2SS-WC1-P1	E2SS-WB1-P1
Power supply voltage	10 to 30 VDC (including ripple(p-p):10%)				
Detection sensitivity (magnetic sensitivity)	2.8 mT max.				
Current consumption	15 mA max.				
Hysteresis	1 mm max.				
Repeat accuracy	±0.1 mm max.				
Pass speed	10 m/s max.			1 m/s max.	
Switching frequency	1 kHz max.			20 Hz max.	
Control output	Switching capacity	150 mA max.		100 mA max.	
	Residual voltage	2 V max. (Load current: 150 mA, Cable length: 2 m)		2 V max. (Load current: 100 mA, Cable length: 2 m)	
Indicator	Operation indicator (yellow)				
Operation mode	NPN open-collector, NO (normally open)	PNP open-collector, NO (normally open)	NPN open-collector, NO (normally open)	PNP open-collector, NO (normally open)	
Protective circuits	Power supply reverse polarity protection, output reverse polarity protection, and load short-circuit protection				
Ambient temperature	Operating/Storage: -25 to 70°C (with no icing or condensation)				
Ambient humidity	Operating/Storage: 35% to 95% (with no condensation)				
Insulation resistance	50 MΩ min. (at 500 VDC) between charged parts and case				
Dielectric strength	500 VAC, 50/60 Hz for 1 min between charged parts and case				
Vibration resistance (endurance)	10 to 55 Hz with 1.0-mm double amplitude for 2 hours each in X, Y, and Z directions				
Shock resistance (endurance)	300 m/s ² 10 times each in X, Y, and Z directions				
Degree of protection	IEC 60529 IP67				
Connection method	Blank: Pre-wired (standard cable length: 2 m) -M1J: Pre-wired M12 connector (cable length: 0.3 m)			M12 connector	
Weight (when packed)	Pre-wired models: Approx. 35 g Pre-wired M12 connector models: Approx. 30 g			Approx. 25 g	
Materials	Case: PP, Cable: PUR			Case: PA, Connector: PA	
Accessories	Instruction Manual, cable clip (one)			Instruction Manual, mounting screw (one)	

Anexos. B.6 Catálogo para solenoides Danfoss

BA/BD

Bobinas

Características

- Cuerpo de la bobina con bobinado aislado de clase H
- Temperatura ambiente: Hasta +40°C (+104°F)
- Todas las tensiones ca y cc comunes
- Versión IP 00 con conector de horquilla de conformidad con DIN 43650, impreso A
- Versión IP 20 con cubierta protectora
- Versión IP 65 montada con conector por cable

Datos técnicos

Diseño	De conformidad con VDE 0580
Tolerancia de tensión	Bobinas 220/380 V ca: +10%, -15%. Bobinas 230/400 V ca: +6%, -10%. Otras bobinas ca con válvula NC: +10%, -15% Otras bobinas ca con válvula NO y todas la bobinas cc: ±10%
Consumo energético, conexión	BA ca: 39 VA | BD ca: 54 VA
Consumo energético, retención	ca: 19 VA, 9 W / 29 VA, 15 W cc: 15 W
Aislamiento del bobinado	Clase H de conformidad con el IEC 85
Conexión	Conector de horquilla de conformidad con DIN 43650 impreso A
Protección, IEC 529	IP 00 con conect. horquilla IP 20 con cubierta protectora, IP 65 con conect. cable
Temperatura ambiente	Máx. +40°C (+104°F)
Régimen de trabajo	Continuo

Pedidos

	Modelo bobina	Tensión	Código IP00
9 W ca	BA024A	24 V, 50 Hz	042N7508
	BA048A	48 V, 50 Hz	042N7510
	BA115A	115 V, 50 Hz	042N7512
	BA230A	220 - 230 V, 50Hz	042N7501
	BA240A	240 V, 50 Hz	042N7502
	BA380A	380 - 400 V, 50 Hz	042N7504
	BA024B	24 V, 60 Hz	042N7520
	BA115B	115 V, 60Hz	042N7522
15 W ca	BA220B	220 V, 60 Hz	042N7523
	BD024A	24 V, 50 Hz	042N7597
	BD110A	110 V, 50 Hz	042N7599
15 W cc	BD230A	230 V, 50Hz	042N7591
	BA012D	12 V	042N7550
	BA024D	24 V	042N7551

Símbolo	Descripción	Grado de protección	Código
	Cubierta protectora (paquete de 100 uns.)	IP 20	018Z0282
	Conector por cable de conformidad con DIN 43650-A Pg 11	IP 65	042N0156

	Descripción	Aplicación	Código
	Botón de cierre y tuerca para la bobina	Necesario para el montaje de la bobina	032U0079

Dimensiones y peso

	L
Sin conector por cable	54 mm
Con cubierta protectora	71 mm
Con conector por cable	79 mm

Anexos. B.6 Catálogo Siemens

SIMATIC S7-300 Unidades centrales

Sinopsis CPU 313C-2 DP



- La CPU compacta con entradas y salidas digitales integradas y un puerto PROFIBUS DP maestro/ esclavo
- Con funciones tecnológicas
- Para tareas con funciones especiales
- Para conectar periferia distribuida

Se requiere una micro memory card para la CPU

Datos técnicos CPUs compactas

	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 PiP	CPU 313C-2 DP	CPU 314C-2 PiP	CPU 314C-2 DP
Memoria						
Memoria central						
• Integrada	16 KB para programa y datos	32 KB para programa y datos	32 KB para programa y datos	32 KB para programa y datos	48 KB para programa y datos	48 KB para programa y datos
• Ampliable	no	no	no	no	no	no
Memoria de carga						
• Integrada	-	-	-	-	-	-
• Ampliable en EEPROM	con Micro Memory Card (MMC) hasta 4 MB	con Micro Memory Card (MMC) hasta 4 MB	con Micro Memory Card (MMC) hasta 4 MB	con Micro Memory Card (MMC) hasta 4 MB	con Micro Memory Card (MMC) hasta 4 MB	con Micro Memory Card (MMC) hasta 4 MB
Respaldo de datos	garantizado con MMC (exento de mantenimiento)					
• Con pila tampón	-	-	-	-	-	-
• Sin pila	Programa y datos					
Tiempos de ejecución						
Tiempos de ejecución para						
• Operaciones al bit, mín.	0,2 µs a 0,4 µs	0,1 µs a 0,2 µs				
• Operaciones de palabra, mín.	1 µs	0,5 µs	0,5 µs	0,5 µs	0,5 µs	0,5 µs
• Aritmética en coma fija, mín.	2 µs	1 µs				
• Aritmética en coma flotante, mín.	30 µs	15 µs				

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos CPUs compactas (continuación)

	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP	CPU 314C-2 P+P	CPU 314C-2 DP
Temporizadores/contadores y su remanencia						
Contadores S7	128	256	256	256	256	256
• Remanencia, ajustable	de Z 0 a Z 128	de Z 0 a Z 256	de Z 0 a Z 256			
• Rango de conteo	1 a 999	1 a 999				
Contadores IEC	si	si	si	si	si	si
• Tipo	SFB	SFB	SFB	SFB	SFB	SFB
Temporizadores S7	128	256	256	256	256	256
• Remanencia, ajustable	de T 0 a T 128	de T 0 a T 256	de T 0 a T 256			
• Rango	10 ms a 9990 s	10 ms a 9990 s				
Temporizadores IEC	si	si	si	si	si	si
• Tipo	SFB	SFB	SFB	SFB	SFB	SFB
Áreas de datos y su remanencia						
Marcas	1024	2048	2048	2048	2048	2048
• Remanencia, ajustable	de MB 0 a MB 1024	de MB 0 a MB 2048	de MB 0 a MB 2048			
Bloques						
Tamaño de bloque máx.	16 KB	16 KB				
Cantidad de						
• Alarmas cíclicas	1	1	1	1	1	1
• Alarmas del proceso	1	1	1	1	1	1
• Alarmas horarias	1	1	1	1	1	1
• Alarmas de retardo	1	1	1	1	1	1
Profundidad de anidamiento						
• Por prioridad	8	8	8	8	8	8
• Adicionales dentro de un CB de tratamiento de errores	4	4	4	4	4	4
FBs, máx.	64	128	128	128	128	128
FCs, máx.	64	128	128	128	128	128
Bloques de datos, máx.	63 (DB 0 reservado)	127 (DB 0 reservado)	127 (DB 0 reservado)	127 (DB 0 reservado)	127 (DB 0 reservado)	127 (DB 0 reservado)
Programación						
Lenguaje de programación	STEP 7 V5.1 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.1 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.1 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.1 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.1 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph	STEP 7 V5.1 SP2 (KOP, FUP, AWL); SCL, CFC, GRAPH, HiGraph
Niveles de paréntesis	8	8	8	8	8	8
Protección del programa de usuario	Protección por contraseña	Protección por contraseña				
Áreas de direccionamiento (entradas/salidas)						
Área total de direccionamiento de perifera	1024 / 1024 bytes (de libre direccionamiento)	1024 / 1024 bytes (de libre direccionamiento)				
Imagen de proceso	128 / 128 bytes	128 / 128 bytes				
Canales digitales	máx. 256 / 256	máx. 992 / 992	máx. 992 / 992			
Canales analógicos	máx. 64 / 32	máx. 248 / 124	máx. 248 / 124			



Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos CPUs compactas (continuación)						
	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP	CPU 314C-2 PtP	CPU 314C-2 DP
Configuración máxima						
Aparatos centrales/aparatos de ampliación, máx.	1 / 0	1 / 3	1 / 3	1 / 3	1 / 3	1 / 3
Nº de módulos por sistema	8	31	31	31	31	31
Número de maestros DP						
• Integrados	-	-	-	1	-	1
• Via CP	1	1	1	1	1	1
Módulos aplicables (recomendación)						
• RM	4	8	8	8	8	8
• CP, punto a punto	2	4	4	4	4	4
• CP, LAN	1	2	2	2	2	2
Hora						
Reloj	sí	sí	sí	sí	sí	sí
• Respaldo en tampón	no	sí	sí	sí	sí	sí
Contador de horas de funcionamiento	1	1	1	1	1	1
Sincronización horaria	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Funciones de comunicación						
Número de enlaces totales aplicables para	6	8	8	8	12	12
• Comunicación PG						
- Reservado	1	1	1	1	1	1
- Seleccionable	1 a 5	1 a 7	1 a 7	1 a 7	1 a 11	1 a 11
• Comunicación CP						
- Reservado	1	1	1	1	1	1
- Seleccionable	1 a 5	1 a 7	1 a 7	1 a 7	1 a 11	1 a 11
• Comunicación base S7						
- Reservado	2	4	4	4	8	8
- Seleccionable	0 a 2	0 a 4	0 a 4	0 a 4	0 a 8	0 a 8
• Enrutamiento	-	-	-	4	-	4
Funciones de señalización S7						
Número de estaciones activables para funciones de señalización (p.ej. OS)	3	5	5	5	7	7
Puertos						
1er puerto						
Funcionalidad						
• MPI	sí	sí	sí	sí	sí	sí
• Maestro DP	no	no	no	no	no	no
• Esclavo DP	no	no	no	no	no	no
• Acoplamiento punto a punto	no	no	sí	no	sí	no

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos CPUs compactas (continuación)						
	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP	CPU 314C-2 PtP	CPU 314C-2 DP
MPI						
Longitud del cable (sin repetidor)	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m
Velocidades de transmisión	hasta 187,5 kbits/s	hasta 187,5 kbits/s	hasta 187,5 kbits/s	hasta 187,5 kbits/s	hasta 187,5 kbits/s	hasta 187,5 kbits/s
Número de enlaces	6	8	8	8	12	12
Servicios						
• Comunicación PG/OP	sí	sí	sí	sí	sí	sí
• Comunicación por datos globales	sí	sí	sí	sí	sí	sí
• Número de paquetes GD						
- emisor, máx.	4	4	4	4	4	4
- receptor, máx.	4	4	4	4	4	4
• Tamaño de paquetes GD, máx.	22 bytes	22 bytes	22 bytes	22 bytes	22 bytes	22 bytes
Comunicación básica S7	sí	sí	sí	sí	sí	sí
• Datos útiles por petición, máx.	76 bytes	76 bytes	76 bytes	76 bytes	76 bytes	76 bytes
Comunicación S7						
• A modo de servidor	sí	sí	sí	sí	sí	sí
• A modo de cliente	no	no	no	no	no	no
• Datos útiles por petición, máx.	64 KB	64 KB	64 KB	64 KB	64 KB	64 KB
2º puerto						
Funcionalidad	-	-	-	-	-	-
• MPI	-	-	no	no	no	no
• Maestro DP	-	-	no	sí	no	sí
• Esclavo DP	-	-	no	sí	no	sí
• Punto a punto	-	-	sí	no	sí	no
• Aislamiento galvánico	-	-	sí	sí	sí	sí
Punto a punto	-	-	-	-	-	-
Técnica de transmisión	-	-	RS422 / RS485 (X.27)	-	RS422 / RS485 (X.27)	-
Velocidad de transmisión	-	-	19,2 kbits/s	-	19,2 kbits/s	-
Longitud de cables	-	-	1.200 m	-	1.200 m	-
Protocolos implementados	-	-	ASCII, 3964 (R)	-	ASCII, 3964 (R), RK 512	-
Maestro DP	-	-	-	-	-	-
Número de enlaces	-	-	-	8 para comunicación PG/OP	-	12 para comunicación PG/OP
• De ellos, reservados	-	-	-	1 para PG, 1 para OP	-	1 para PG, 1 para OP
Servicios						
• Comunicación PG/OP	-	-	-	sí	-	sí
• Apto para comunicación directa entre esclavos	-	-	-	sí	-	sí
• Equidistancia	-	-	-	sí	-	sí
• SYNC/FREEZE	-	-	-	sí	-	sí

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos CPUs compactas (continuación)

	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP	CPU 314C-2 PtP	CPU 314C-2 DP
Servicios	-	-	-	-	-	-
• Comunicación de datos globales	-	-	-	no	-	no
• Comunicación base S7	-	-	-	no	-	no
• Comunicación S7	-	-	-	-	-	-
- a modo de servidor	-	-	-	no	-	no
- a modo de cliente	-	-	-	no	-	no
Velocidades de transmisión	-	-	-	hasta 12 Mbits/s	-	hasta 12 Mbits/s
Número de esclavos DP, máx.	-	-	-	32	-	32
Áreas de direccionamiento máx. (E/S)	-	-	-	1024 / 1024 bytes	-	1024 / 1024 bytes
Datos útiles por esclavo DP, máx. (E/S)	-	-	-	244 / 244 bytes	-	244 / 244 bytes
Tensiones, intensidades						
Tensión de alimentación						
• Valor nominal	24 V DC					
• Margen admisible	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V
Consumo, tip.	0,5 A	0,7 A	0,9 A	0,9 A	0,8 A	1,0 A
Int. al conectar, tip.	11 A	11 A	11 A	11 A	11 A	11 A
Disipación, tip.	6 W incl. entradas/salidas integradas	14 W	10 W	10 W	14 W	14 W
Dimensiones						
Dimensiones de montaje (A x A x F) en mm	80 x 125 x 130	120 x 125 x 130	120 x 125 x 130	120 x 125 x 130	120 x 125 x 130	120 x 125 x 130
Peso, aprox.	410 g	660 g	570 g	570 g	680 g	680 g
Entradas digitales integradas						
Cantidad	10	24	16	16	24	24
Tensión de entrada						
• Valor nominal	24 V DC					
• Con señal "1"	15 a 30 V	15 a 30 V	15 a 30 V	15 a 30 V	15 a 30 V	15 a 30 V
• Con señal "0"	-3 a +5 V	-3 a +5 V	-3 a +5 V	-3 a +5 V	-3 a +5 V	-3 a +5 V
Aislamiento galvánico						
• En grupos de	10	16 y 8	16	16	16	16
Intensidad de entrada						
• Con señal "1", min./tipo.	8 mA	-8 mA	2 mA / 8 mA	2 mA / 8 mA	-8 mA	-8 mA
Retardo de entrada (para tensión de entrada nominal)						
• Para entradas estándar, tip./máx.	0,1/0,3/3/15 ms	0,1 /0,3 /3 / 15 ms	0,1/0,3/3/15 ms	0,1/0,3/3/15 ms	0,1/0,3/3/15 ms	0,1/0,3/3/15 ms
• Para funciones tecnológicas	50 µs	16 µs	8 µs	8 µs	8 µs	8 µs
Conexión de detector BERO a 2 hilos						
• Intensidad de reposo admisible	1,5 mA	1,5 mA	1,5 mA	1,5 mA	1,5 mA	1,5 mA
Longitud cables						
• Sin pantalla	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m
• Apantallados	1000 m (100 m para funciones tecnológicas)	1000 m (100 m para funciones tecnológicas)	1000 m (100 m para funciones tecnológicas)	1000 m (100 m para funciones tecnológicas)	1000 m (100 m para funciones tecnológicas)	1000 m (100 m para funciones tecnológicas)

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos CPUs compactas (continuación)

	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP	CPU 314C-2 PtP	CPU 314C-2 DP
Salidas digitales integradas						
Cantidad	8	16	16	16	16	16
Tensión nominal de carga L+/L1	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC
• Rango permitido	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V	20,4 a 28,8 V
Tensión de alimentación						
• Con señal "1", máx.	L+ - 0,8 V	L+ - 0,8 V	L+ - 0,8 V	L+ - 0,8 V	L+ - 0,8 V	L+ - 0,8 V
Aislamiento galvánico	si	si	si	si	si	si
• En grupos de	6	8	8	8	8	8
Intensidad de salida máxima						
• Con señal "1"						
- Valor nominal a 40 °C	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A
- Valor nominal con 60 °C	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,5 A
- Intensidad mínima	5 mA	5 mA	5 mA	5 mA	5 mA	5 mA
• Con señal "0", máx.	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA
Intensidad total de todas las salidas						
• Con 40 °C	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
• Con 60 °C	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %
Frecuencia de conmutación de las salidas						
• Con carga óhmica	100 Hz	100 Hz	100 Hz	100 Hz	100 Hz	100 Hz
• Con carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz
Limitación de la tensión inductiva de corte a	tip. (L+) -48V	tip. (L+) -48V	tip. (L+) -48V	tip. (L+) -48V	tip. (L+) -48V	tip. (L+) -48V
Protección de cortocircuito	electrónica, pulsante	electrónica, pulsante	electrónica, pulsante	electrónica, pulsante	electrónica, pulsante	electrónica, pulsante
Longitud cables						
• Sin pantalla	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m
• Apantallados	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Salidas analógicas integradas (para intensidad/tensión)						
• Cantidad	-	4	-	-	4	4
• Tensión	-	±10 V, 0 a 10 V	-	-	±10 V, 0 a 10 V	±10 V, 0 a 10 V
• Intensidad	-	±20 mA, 0/4 a 20 mA	-	-	±20 mA, 0/4 a 20 mA	±20 mA, 0/4 a 20 mA
Aislamiento galvánico	-	común para los periféricos analógicos	-	-	común para los periféricos analógicos	común para los periféricos analógicos
Resolución bipolar	-	11 bits + signo	-	-	11 bits + signo	11 bits + signo
Periodo de integración (seleccionable)	-		-	-		
• Por canal	-	2,5 / 16,6 / 20ms	-	-	2,5 / 16,6 / 20ms	2,5 / 16,6 / 20ms
Límite básico de error (límite básico de error a 25 °C referido al rango de salida), máx.	-	±0,7%	-	-	±0,7%	±0,7%

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

	CPU 312C	CPU 313C	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP	CPU 314C-2 PtP	CPU 314C-2 DP
Salidas analógicas integradas (para resistencia/temperatura)	-		-	-		
Cantidad	-	1	-	-	1	1
Resistencia	-	0 a 600 Ω, Pt 100	-	-	0 a 600 Ω, Pt 100	0 a 600 Ω, Pt 100
Aislamiento galvánico	-	común para los periféricos analógicos	-	-	común para los periféricos analógicos	común para los periféricos analógicos
Resolución bipolar	-	11 bits + signo	-	-	11 bits + signo	11 bits + signo
Periodo de integración (seleccionable)	-		-	-		
• Por canal	-	2,5 / 16,6 / 20ms	-	-	2,5 / 16,6 / 20ms	2,5 / 16,6 / 20ms
Límite básico de error (límite básico de error a 25 °C referido al rango de entrada), máx.	-	±3%	-	-	±3%	±3%
Salidas analógicas integradas	-		-	-		
Cantidad	-	2	-	-	2	2
Rangos de salida (valores nominales)	-		-	-		
• Tensión	-	±10 V, 0 a 10 V	-	-	±10 V, 0 a 10 V	±10 V, 0 a 10 V
• Intensidad	-	±20 mA, 0/4 a 20 mA	-	-	±20 mA, 0/4 a 20 mA	±20 mA, 0/4 a 20 mA
Aislamiento galvánico	-	común para los periféricos analógicos	-	-	común para los periféricos analógicos	común para los periféricos analógicos
Tiempo de conversión por canal	-	1ms	-	-	1ms	1ms
Límite básico de error (límite básico de error a 25 °C referido al rango de salida), máx.	-	±0,7%	-	-	±0,7%	±0,7%
• Conector frontal requerido	1 x 40 polos	2 x 40 polos	1 x 40 polos	1 x 40 polos	2 x 40 polos	2 x 40 polos
• Funciones integradas						
• Contadores	2	3	3	3	4	4
• Frecuencia de conteo máx.	10 kHz	30 kHz	30 kHz	30 kHz	60 kHz	60 kHz
• Salidas de impulsos	2	3	3	3	4	4
• Frecuencia de conmutación máx.	2,5 kHz	2,5 kHz	2,5 kHz	2,5 kHz	2,5 kHz	2,5 kHz
• Frecuencímetro	sí	sí	sí	sí	sí	sí
• Posicionamiento en lazo abierto	-	-	-	-	sí	sí
• Bloques de función integrados "regulación"	-	PID	PID	PID	PID	PID

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos (continuación)

6ES7 322-	1BH01-0AA0 1BH01-0AA0 1)	1BL00-0AA0	8BF00-0AB0 2) 8BF80-0AB0 1)	5GH00-0AB0	1CF80-0AA0 1 3)	1BF01-0AA0
Vida útil de los contactos según VDE 0660, parte 200	-	-	-	-	-	-
• AC 15	-	-	-	-	-	-
• DC 13	-	-	-	-	-	-
Tensión inductiva de corte limitada a	L+ - 48 V	L+ - 48 V	L+ - 45 V	-	-	L+ - 48 V
Prot. contra cortocircuitos	electrónica	electrónica	electrónica	prevista externamente	electrónica	electrónica
Longitud de cables						
• sin pantalla	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m
• apantallados	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Consumo						
• del bus posterior, máx.	80 mA	110 mA	70 mA	100 mA	100 mA	40 mA
• de L+/L1, máx. (sin carga)	120 mA	200 mA	90 mA	200 mA	40 mA	60 mA
Tensión de alimentación L+/consumo de los relés	-	-	-	-	-	-
Disipación, tip.	4,9 W	5 W	5 W	2,8 W	6,5 W	6,8 W
Aislamiento, ensayado con	500 V DC	500 V DC	500 V DC		1500 V DC	500 V DC
Dimensiones (A x A x P) en mm	40x125x120	40x125x120	40x125x120	40x125x120	40x125x120	40x125x120
Conector frontal requerido	20 polos	40 polos	20 polos	40 polos	20 polos	20 polos
Peso, aprox.	190 g	210 g	210 g	260 g	250 g	190 g

1) SIMATIC Outdoor con rango de temperatura ampliado de -25 a +60 °C

2) Cuando la CPU pasa a Stop, el módulo puede o bien mantener el último valor o aplicar en las salidas un valor de sustitución. Diagnóstico por evaluación desde CPU y LED rojo por canal.

3) Disponible únicamente como módulo SIMATIC Outdoor con rango de temperatura ampliado

Datos técnicos (continuación)

6ES7 322-	1FF01-0AA0	5FF00-0AB0	1FH00-0AA0	1EL00-0AA0	1HF01-0AA0
Cantidad de salidas	8	8	16	32	8 (Relais)
Alarmas	-	-	-	-	-
Diagnóstico	LED rojo para actuación de fusible o L1/N faltante	DES. último valor/valor de sustitución	LED rojo para actuación de fusible	LED rojo para actuación de fusible	-
Tensión nominal de carga L+/L1	120 V/230 V AC	120/230 V AC	120/230 V AC	120 V AC	a. 230 V AC 24 V DC
• rango permitido	93 a 132 V/187 a 264 V	79 a 264 V	79 a 264 V	93 a 132 V	-
Tensión de alimentación					
• con señal "1"	L1 - 1,5 V	-	-	L1 - 1,5 V	-
Aislamiento galvánico con bus posterior	Optoacoplador	Optoacoplador	Optoacoplador	Optoacoplador	Optoacoplador
• en grupos de	4	1	8	8	2
Intensidad de salida					
• con señal "1"					
- valor nominal con 40 °C	1 A	1 A	1 A	1 A	-
- valor nominal con 60 °C	10 mA	10 mA	10 mA	10 mA	-
- intensidad, mín.					
- rango permitido, máx.					
• con señal "0"	2 mA	3 mA con 264 V	3 mA con 264 V	3 mA	-
Intensidad total de las salidas (por grupo)					
• hasta 40 °C					
• hasta 60 °C (montaje horiz)	2 A	1 A	2 A	3 A	-

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 322-	1FF01-0AA0	5FF00-0AB0	1FH00-0AA0	1EL00-0AA0	1HF01-0AA0
Con carga de lámparas, máx.	50 W	50 W	50 W	25 W	25 W	-
Frecuencia de conmutación de las salidas						
• con carga óhmica, máx.	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	10 Hz	2 Hz
• con carga inductiva máx.	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz
• con carga de lámparas, máx.	1 Hz	1 Hz	1 Hz	1 Hz	1 Hz	2 Hz
• mecánica, máx.	-	-	-	-	-	10 Hz
Poder de corte de los contactos						
• con carga óhmica, máx.	-	-	-	-	-	2 A (230V AC), 2 A (24 V DC)
• con carga inductiva máx.	-	-	-	-	-	2 A (230V AC), 2 A (24 V DC)
• con carga de lámparas, máx.	-	-	-	-	-	-
Vida útil de los contactos según VDE 0660, parte 200						
• AC 15	-	-	-	-	-	-
• DC 13	-	-	-	-	-	-
Vida útil de los contactos según IEC 947-5-1 DC 13/AC 15						
• 24 V DC	-	-	-	-	-	con 2 A: $0,3 \times 10^6$
• 120 V AC	-	-	-	-	-	con 2 A: $0,2 \times 10^6$
• 230 V AC	-	-	-	-	-	con 2 A: $0,1 \times 10^6$
Tensión inductiva de corte limitada a	-	-	-	-	-	-
Protección de cortocircuito	fusible incorporado	preverla externamente	preverla externamente	fusible en grupos de 8	fusible incorporado	-
Longitud de cables						
• sin pantalla	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m
• apantallados	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m
Consumo						
• del bus posterior, máx.	100 mA	100 mA	184 mA	100 mA	100 mA	40 mA
• de L+/L1, máx. (sin carga)	2 mA	3 mA	3 mA	275 mA	275 mA	110 mA
Tensión de alimentación L+/consumo de los relés	-	-	-	-	-	DC 24 V/110 mA
Disipación, tip.	8,6 W	8,6 W	8,6 W	25 W	25 W	2,2 W
Aislamiento, ensayado con	1500 V AC	1500 V AC	1500 V AC	1500 V AC	1500 V AC	1500 V AC
Dimensiones (A x A x P) en mm	40x125x120	40 x 125 x 120	40 x 125 x 120	80x125x120	80x125x120	40x125x120
Conector frontal requerido	20 polos	40 polos	40 polos	20 polos	20 polos	20 polos
Peso, aprox.	275 g	275 g	275 g	500 g	500 g	150 g

Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)

Datos técnicos (continuación)			
6ES7 322-	1HF10-0AA0 1HF80-0AA0 ¹⁾	5HF00-0AB0	1HH01-0AA0
Cantidad de salidas	8 (relés)	8 (relés)	16 (relés)
Alarmas	-	-	-
Diagnóstico	-	DES, último valor/valor de sustitución	-
Tensión nominal de carga L+/L1	hasta 230 V AC hasta 120 V DC	24 a 230 V AC 24 a 120 V DC	24 a 230 V AC 24 a 120 V DC
• rango permitido	-	-	-
Tensión de alimentación	-	-	-
• con señal "1"	-	-	-
Aislamiento galvánico con bus posterior	Optoacoplador	Optoacoplador	Optoacoplador
• en grupos de	1	1	8
Intensidad total de las salidas (por grupo)	-	-	-
• hasta 60 °C (montaje horiz.)	máx. 5 A	5 A	máx. 8 A
Con carga de lámparas, máx.	-	1500 W (230 V AC)	-
Frecuencia de conmutación de las salidas	-	-	-
• con carga óhmica, máx.	2 Hz	2 Hz	1 Hz
• con carga inductiva máx.	0,5 Hz	0,5 Hz	0,5 Hz
• con carga de lámparas, máx.	2 Hz	2 Hz	1 Hz
• mecánica, máx.	10 Hz	10 Hz	10 Hz
Poder de corte de los contactos	-	-	-
• con carga óhmica, máx.	8 A (230 V AC), 5 A(24 V DC)	5 A	2 A (230 V AC), 2 A (24 V DC)
• con carga inductiva	3 A (230 V AC), 2 A(24 V DC)	5 A	2 A (230 V AC), 2 A (24 V DC)
• con carga de lámparas, máx.	-	-	-
Vida útil de los contactos según IEC 847-5-1 13 DC/15 AC	-	-	-
• 24 V DC	con 2 A: $0,3 \times 10^6$	con 5 A ²⁾ : $0,1 \times 10^6$	con 2 A: $0,05 \times 10^6$
• 120 V AC	con 3 A: $0,2 \times 10^6$	-	con 2 A: $0,7 \times 10^6$
• 230 V AC	con 3 A: $0,1 \times 10^6$	con 5 A ²⁾ : $0,1 \times 10^6$	con 2 A $0,1 \times 10^6$
Tensión inductiva de corte limitada a	-	-	-
Protección contra corto-circuitos	-	preverla externamente	-
Longitud de cables	-	-	-
• sin pantalla	600 m	600 m	600 m
• apantallados	1000 m	1000 m	1000 m
Consumo	-	-	-
• del bus posterior, máx.	40 mA	100 mA	100 mA
• de L+/L1, máx. (sin carga)	125 mA	160 mA	250 mA
Tensión de alimentación L+/ consumo de los relés	-	-	-
Disipación, ttp.	4,2 W	3,5 W	4,5 W
Aislamiento, ensayado con	2000 V AC	1500 V AC	1500 V AC
Dimensiones (A x A x P) en mm	40x125x120	40 x 125 x 120	40x125x120
Conector frontal requerido	40 polos	40 polos	20 polos
Peso, aprox.	320 g	320 g	250 g

1) SIMATIC Outdoor con rango de temperatura ampliado de -25 a +60 °C
2) Mayor vida útil de los contactos si se activa la red supresora RC

**Anexos. B.6 Catálogo Siemens (Continuación)****Datos técnicos de PS 307; 2 A (6ES7307-1BA00-0AA0)**

Datos técnicos	
Dimensiones, peso	
Dimensiones A x A x P (mm)	50 x 125 x 120
Peso	Aprox. 420 g
Magnitudes de entrada	
Tensión de entrada <ul style="list-style-type: none">• Valor nominal Frecuencia de red <ul style="list-style-type: none">• Valor nominal• Rango admisible	120 V/230 V c.a. 50 Hz o 60 Hz de 47 Hz a 63 Hz
Intensidad de entrada, valor nominal <ul style="list-style-type: none">• a 230 V• a 120 V	0,5 A 0,8 A
Intensidad al conectar (a 25 °C)	20 A
I^2t (con pico de intensidad al conectar)	1 A ² s
Magnitudes de salida	
Tensión de salida <ul style="list-style-type: none">• Valor nominal• Rango admisible• Duración del arranque	24 V c.c. 24 V \pm 5 %, soporta funcionamiento en vacío Máx. 2,5 s
Intensidad de salida <ul style="list-style-type: none">• Valor nominal	2 A, no conectable en paralelo
Protección contra cortocircuitos	electrónica, no precisa rearme de 1,1 a 1,3 x I_N
Rizado residual	Máx. 150 mV _{pp}
Magnitudes características	
Clase de protección según CEI 536 (DIN VDE 0106, parte 1)	I, con conductor de protección
Dimensionamiento del aislamiento <ul style="list-style-type: none">• Tensión nominal de aislamiento (24 V resp. L1)• Ensayado con	250 V c.a. 2800 V c.c.
Separación eléctrica segura	Circuito SELV
Compensación de cortes de red (para 93 V ó 187 V) <ul style="list-style-type: none">• Tasa de repetición	mín. 20 ms mín. 1 s
Rendimiento	83 %
Potencia absorbida	58 W
Potencia disipada	Típ. 10 W
Diagnóstico	
Indicador "Tensión de salida aplicada"	Sí, LED verde

Anexos. B.7 Relé

Referencias

Zócalos para RXM Relés miniatura

Selección del Relé

Contacto				LED		Bobina	
Número	Corriente	Tensión conmutación max CC	min CC/CA	sin	con	Tensión	
A						VCC	VCA 50-60 Hz
2 invers.	12	28/250 V	10 mA	17 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RXM2AB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7
3 invers.	10	28/250 V	10 mA	17 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RXM3AB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7
4 invers.	6	28/250 V	10 mA	17 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RXM4AB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7
4 invers.	3	28/250 V	2 mA	5 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RXM4GB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7

Selección del Zócalo

Relé	Terminales Bobina/Contacto	Borne	Zócalo	Tensión VCA	Corriente A
RXM2A	Separado	Morzeto	RXZE2S108M	250	12
	Mezclado	Morzeto	RXZE2M114M	250	10
	Mezclado	Estándar	RXZE2M114	250	10
RXM3A	Separado	Morzeto	RXZE2S111M	250	10
RXM4A / 4G	Separado	Morzeto	RXZE2S114M	250	10
	Mezclado	Morzeto	RXZE2M114M	250	10
	Mezclado	Estándar	RXZE2M114	250	10

Zócalos para RUM Relé Universal

Selección del Relé

Contacto				LED		Bobina	
Número	Corriente	Tensión conmutación max CC	min CC/CA	sin	con	Tensión	
A						VCC	VCA 50-60 Hz
2 invers.	10	28/250	10 mA	17 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RUMC2AB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7
3 invers.	10	28/250	10 mA	17 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RUMC3AB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7
3 invers.	3	28/250	3 mA	5 V		24 V	48 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RUMC3GB				2		BD	ED B7 E7 F7 P7
2 invers.	10	28/250	10 mA	17 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RUMF2AB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7
3 invers.	10	28/250	10 mA	17 V		12 V	24 V 48 V 110 V 24 V 48 V 120 V 230 V
RUMF3AB				1	2	JD	BD ED FD B7 E7 F7 P7

Selección del Zócalo

Relé	Terminales Bobina/Contacto	Borne	Zócalo	Tensión VCA	Corriente A
RUMC2AB	Separado	Morzeto	RUZC2M	250	12
	Mezclado	Morzeto	RUZC2M	250	12
RUMC3AB / GB	Separado	Morzeto	RUZC3M	250	12
	Mezclado	Morzeto	RUZC3M	250	12
RUMF2AB / 3AB	Separado	Morzeto	RUZF3M	250	12



RECOMENDACIONES

Con base en las conclusiones anteriores se presenta a continuación un grupo de sugerencias referidas unas al funcionamiento del proceso y otras a la seguridad de la empresa Aceros Laminados C.A:

- Usar HMI (Interfaz hombre – máquina) con pantalla sensible al tacto ideal para ambientes industriales en lugar de un computador.
- Entrenar adecuadamente al personal de la empresa que manejará el sistema de control.
- Realizar la automatización de la mesa de salida de las láminas de hierro negro.
- Establecer un perímetro de seguridad entre los operadores y las maquinarias puestas en funcionamiento.
- Al momento de tomar en cuenta este proyecto para una futura implementación se deben:
 - Adquirir el encoder y realizar los cambios necesarios en la programación del PLC (Programa Principal) y en el sistema SCADA.
 - Para la comunicación con el sistema SCADA se debe adquirir un módulo de comunicación al PLC que sea compatible con alguno de los protocolos de comunicación del Intouch.



APÉNDICE "A"

Entradas y Salidas del PLC

**Tabla. A.1 Entradas del sistema de control.**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
INICIO	E 0.0	Pulsador de inicio del proceso
PARADA	E 0.1	Pulsador de parada del proceso
RESET	E 0.2	Pulsador para restablecer las condiciones iniciales del proceso
PARADA DE EMERGENCIA	E 0.3	Pulsador con enclavamiento
MARCHA SIST. HIDRAULICO1	E 0.4	Selector de tres posiciones fijas para activar el motor de la central hidráulica del carro.
MARCHA SIST. HIDRAULICO2	E 0.5	Selector de tres posiciones fijas para activar el motor de la central hidráulica de la calandra
MARCHA SIST. HIDRAULICO3	E 0.6	Selector de tres posiciones fijas para activar el motor de la central hidráulica de la cizalla
PARADA SIST. HIDRAULICO1	E 0.7	Selector de tres posiciones fijas para desactivar el motor de la central hidráulica del carro
PARADA SIST. HIDRAULICO2	E 1.0	Selector de tres posiciones fijas para desactivar el motor de la central hidráulica de la calandra
PARADA SIST. HIDRAULICO3	E 1.1	Selector de tres posiciones fijas para desactivar el motor de la central hidráulica de la cizalla
MAYOR 10cm	E 1.2	Selector de tres posiciones fijas para establecer el espesor de la lámina (mayor 10)
MENOR 10cm	E 1.3	Selector de tres posiciones fijas para establecer el espesor de la lámina (menor 10)
6Mt	E 1.4	Selector de tres posiciones fijas para establecer la longitud de la lámina (6mt)
12Mt	E 1.5	Selector de tres posiciones fijas para establecer la longitud de la lámina (12mt)
MANUAL	E 1.6	Selector de tres posiciones fijas para establecer el funcionamiento manual
AUTO	E 1.7	Selector de tres posiciones fijas para establecer el funcionamiento automático
GIRAR ROD. CALANDRA	E 2.0	Selector de dos posiciones fijas que hacen girar los rodillos de arrastre de la calandra
SUB. ROD. CALANDRA	E 2.1	Selector de tres posiciones fijas para subir el rodillo superior en la entrada de la calandra
P3	E 2.2	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la tercera bobina
P4	E 2.3	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la cuarta bobina
RETROCEDER CONOS	E 2.4	Selector de tres posiciones fijas para retroceder conos
BAJAR PISADOR	E 2.5	Selector de tres posiciones fijas para bajar pizador
SUB. ROD. ENDEREZADORA2	E 2.6	Selector de tres posiciones para subir los rodillos de la enderezadora 2
BAJ. ROD. CALANDRA	E 2.7	Selector de tres posiciones fijas para bajar el rodillo superior en la entrada de la calandra

Fuente: Propia

**Tabla. A.1 Entradas del sistema de control (Continuación).**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
GIRAR CONOS DER.	E 3.0	Selector de tres posiciones fijas para girar conos en sentido horario
GIRAR CONOS IZQ.	E 3.1	Selector de tres posiciones fijas para girar conos en sentido antihorario
BAJAR DOBLAR MAT.	E 3.2	Selector de 3 posiciones
EXTENDER PUNTA	E 3.3	Selector de tres posiciones fijas para extender la punta de la mesa despuntadora
GIRAR ROD. E1YE2	E 3.4	Selector de dos posiciones fijas que hacen girar los rodillos de arrastre de la enderezadora 1 y 2
BAJ. ROD. ENDEREZADORA2	E 3.5	Selector de tres posiciones para bajar los rodillos de la enderezadora 2
SUBIR PIZADORES	E 3.6	Selector de tres posiciones para bajar los 8 pisadores
BAJAR PIZADORES	E 3.7	Selector de tres posiciones para bajar los 8 pisadores
CORTE	E 4.0	Selector de tres posiciones para bajar la cuchilla
BAJ. MESA DESP.	E 4.1	Selector de tres posiciones fijas para bajar la mesa despuntadora
RETRAER PUNTA	E 4.2	Selector de tres posiciones fijas para retraer la punta de la mesa despuntadora
SUBIR PIZADOR	E 4.3	Selector de tres posiciones fijas para subir pisador
SUB. MESA DESP.	E 4.4	Selector de tres posiciones fijas para subir mesa despuntadora
RETROCEDER CARRO	E 4.5	Selector de tres posiciones fijas para retroceder el carro
EXTENDER CONOS	E 4.6	Selector de tres posiciones fijas para extender conos
SUBIR DOBLAR MAT.	E 4.7	Selector de 3 posiciones
SUBIR CUCHILLA	E 5.0	Selector de tres posiciones para subir la cuchilla
FC16	E 5.1	Final de carrera del rodillo superior centrales de la enderezadora 2 arriba
FC17	E 5.2	Final de carrera del cilindro 1 de la calandra abajo
FC18	E 5.3	Final de carrera del cilindro 2 de la calandra abajo
S4	E 5.4	Sensor a la salida de la enderezadora 2
S5	E 5.5	Sensor a la salida de la enderezadora 1
FC22	E 5.6	Final de carrera del cilindro 1 de la cizalla arriba
FC23	E 5.7	Final de carrera del cilindro 2 de a cizalla arriba

Fuente: Propia

**Tabla. A.1 Entradas del sistema de control (Continuación).**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
P1	E 6.0	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la primera bobina
P2	E 6.1	Final de carrera mecánico para posicionar el carro en la segunda bobina
FC7	E 6.2	Final de carrera del pisador abajo
FC21	E 6.3	final de carrera de los 8 pisadores arriba
FC8	E 6.4	Final de carrera de la punta extendida
FC9	E 6.5	Final de carrera de la mesa despuntadora arriba
FC24	E 6.6	Final de carrera de los 8 pisadores abajo
FC10	E 6.7	Final de carrera del pisador arriba
FC15	E 7.0	Final de carrera del rodillo superior izq der de la enderezadora 2 arriba
FC25	E 7.1	Final de carrera del cilindro 1 de la cizalla abajo
FC11	E 7.2	Final de carrera de la punta retraída
FC26	E 7.3	Final de carrera del cilindro 2 de la cizalla abajo
FC12	E 7.4	Final de carrera de la mesa despuntadora abajo
S1	E 7.5	Sensor a la entrada de la calandra
S2	E 7.6	Sensor en el medio de la calandra
S3	E 7.7	Sensor a la salida de la calandra
FC13	E 8.0	Final de carrera del cilindro 1 de la calandra arriba
FC14	E 8.1	Final de carrera del cilindro 2 de la calandra arriba
MARCHA SHCA	E 124.0	Pulsador que permite el paso de aceite del sistema hidráulico del carro
MARCHA SHCL	E 124.1	Pulsador que permite el paso de aceite del sistema hidráulico de la calandra
SBC	E 124.2	Sensor de bobina en los conos
FC1	E 124.3	Final de carrera del cono 1 retraído
FC2	E 124.4	Final de carrera del cono 2 retraído
BB	E 124.5	Sensor de bobina
FC3	E 124.6	Final de carrera que indica que la la mesa del carro esta arriba
SC	E 124.7	Sensor del carro en los conos
SUBIR MESA	E 125.0	Selector de tres posiciones fijas para subir mesa del carro

Fuente: Propia



Tabla. A.1 Entradas del sistema de control (Continuación).

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
CARRO AVANZA	E 125.1	Selector de tres posiciones fijas para avanzar el carro
FC19	E 125.2	Final de carrera del rodillo superior izq der de la enderezadora 2 abajo
FC4	E 125.3	Final de carrera cono 1 extendido
FC5	E 125.4	Final de carrera cono 2 extendido
BAJAR MESA	E 125.5	Selector de tres posiciones fijas para bajar mesa del carro
FC6	E 125.6	Final de carrera que indica que la mesa del carro esta abajo
FC20	E125.7	Final de carrera del rodillo superior centrales de la enderezadora 2 abajo

Fuente: Propia

**Tabla. A.2 Salidas del sistema de control.**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
KM1	A 124.0	Contactador que activa el motor de la central hidráulica del carro
KM2	A 124.1	Contactador que activa el motor de la central hidráulica de la calandra
KM37	A 124.2	Contactador que activa la electroválvula que subir el rodillo superior trasero de la calandra (doblar material)
KM3	A 124.3	Contactador que activa el motor de la central hidráulica de la cizalla
KM4	A 124.4	Contactador que activa el motor del ventilador del sistema de enfriamiento de la cizalla
KM5	A 124.5	Contactador que activa el motor de la bomba del sistema de enfriamiento de la cizalla
KM6	A 124.6	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 1.0) que sube la mesa del carro
KM7	A 124.7	Contactador que activa la electroválvula que permite que el carro avance.
KM8	A 125.0	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 2.0) (cono 1)
KM9	A 125.1	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 3.0) (cono 2)
KM10	A 125.2	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 1.0) que baja la mesa del carro
KM11	A 125.3	Contactador que activa la electroválvula que permite que el carro retroceda
KM12	A 125.4	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 2.0) (cono 1)
KM13	A 125.5	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 3.0) (cono 2)
KM14	A 125.6	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 4.0) para bajar el pisador
EV1	A 125.7	Seleniodes que activa EV que da paso al aceite del sistema hidráulico del carro
KM15	A 2.0	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 5.0) para subir la mesa despuntadora
KM16	A 2.1	Contactador que activa el motor de los conos para que giren en sentido horario.
KM17	A 2.2	Contactador que activa el motor de los conos para que giren en sentido antihorario.
KM18	A 2.3	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 6.0) (punta extendida)
KM19	A 2.4	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 4.0) para subir el pisador
KM20	A 2.5	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 6.0) (retroceder punta)
KM21	A 2.6	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 5.0) para bajar la mesa despuntadora
KM22	A 2.7	Contactador que activa la electroválvula que hace girar el rodillo inferior a la entrada de la calandra

Fuente: Propia

**Tabla. A.2 Salidas del sistema de control (Continuación).**

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
KM23	A 3.0	Contactador que activa la electroválvula que hace girar los rodillos inferiores traseros de la calandra
KM24	A 3.1	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 7.0) para subir el rodillo superior a la entrada de la calandra.
KM25	A 3.2	Contactador que activa la electroválvula que retrae el actuador (ALT 8.0) para subir el rodillo superior a la entrada de la calandra
KM26	A 3.3	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior izquierdo de la enderezadora 2 suba.
KM27	A 3.4	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior derecho de la enderezadora 2 suba.
KM28	A 3.5	Contactador que activa el motor para que los rodillos superiores centrales de la enderezadora 2 suban.
KM29	A 3.6	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 7.0) para bajar el rodillo superior a la entrada de la calandra.
KM30	A 3.7	Contactador que activa la electroválvula que extiende el actuador (ALT 8.0) para bajar el rodillo superior a la entrada de la calandra
KM31	A 4.0	Contactador que activa la electroválvula que baja el rodillo superior trasero de la calandra (doblar material)
KM32	A 4.1	Contactador que activa el motor para giren los rodillos de la enderezadora 2
KM33	A 4.2	Contactador que activa el motor para giren los rodillos de la enderezadora 1
KM34	A 4.3	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior izquierdo de la enderezadora 2 baje.
KM35	A 4.4	Contactador que activa el motor para que el rodillo superior derecho de la enderezadora 2 baje.
KM36	A 4.5	Contactador que activa el motor para que los rodillos superiores centrales de la enderezadora 2 bajen.
EV3	A 4.6	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para subir los ocho (8) pisadores
EV4	A 4.7	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para extender el actuador (ALT 9.0) (subir cuchilla)
EV5	A 5.0	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para extender el actuador (ALT 10.0) (subir cuchilla)
EV6	A 5.1	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para bajar los ocho (8) pisadores
EV7	A 5.2	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para retraer el actuador (ALT 9.0) (bajar cuchilla)
EV8	A 5.3	Solenoide que activa EV que da paso al aceite para retraer el actuador (ALT 10.0) (bajar cuchilla)

Fuente: Propia



Tabla. A.2 Salidas del sistema de control (Continuación).

NOMBRE	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
Luz verde	A 5.4	Luz piloto de encendido del proceso
Luz Roja	A 5.5	Luz piloto de parada del proceso
Sirena	A 5.6	
EV2	A 5.7	Soleniote que activa EV que da paso al aceite del sistema hidráulico del calandra
Luz verde1	A0.0	Luz piloto de encendido del sistema hidráulico del carro
Luz verde2	A0.1	Luz piloto de encendido del sistema hidráulico de la calandra
Luz verde3	A0.2	Luz piloto de encendido del sistema hidráulico de la cizalla

Fuente: Propia



APÉNDICE "B"

Planos



APÉNDICE "C"

Diagramas de flujo y ventanas del scada

A continuación en las figuras C.1, C.2, C.3 y C.4 se muestran los diagramas de flujo que describen la ventana del proceso general y cada uno de los accesos a las demás ventanas en el SCADA:

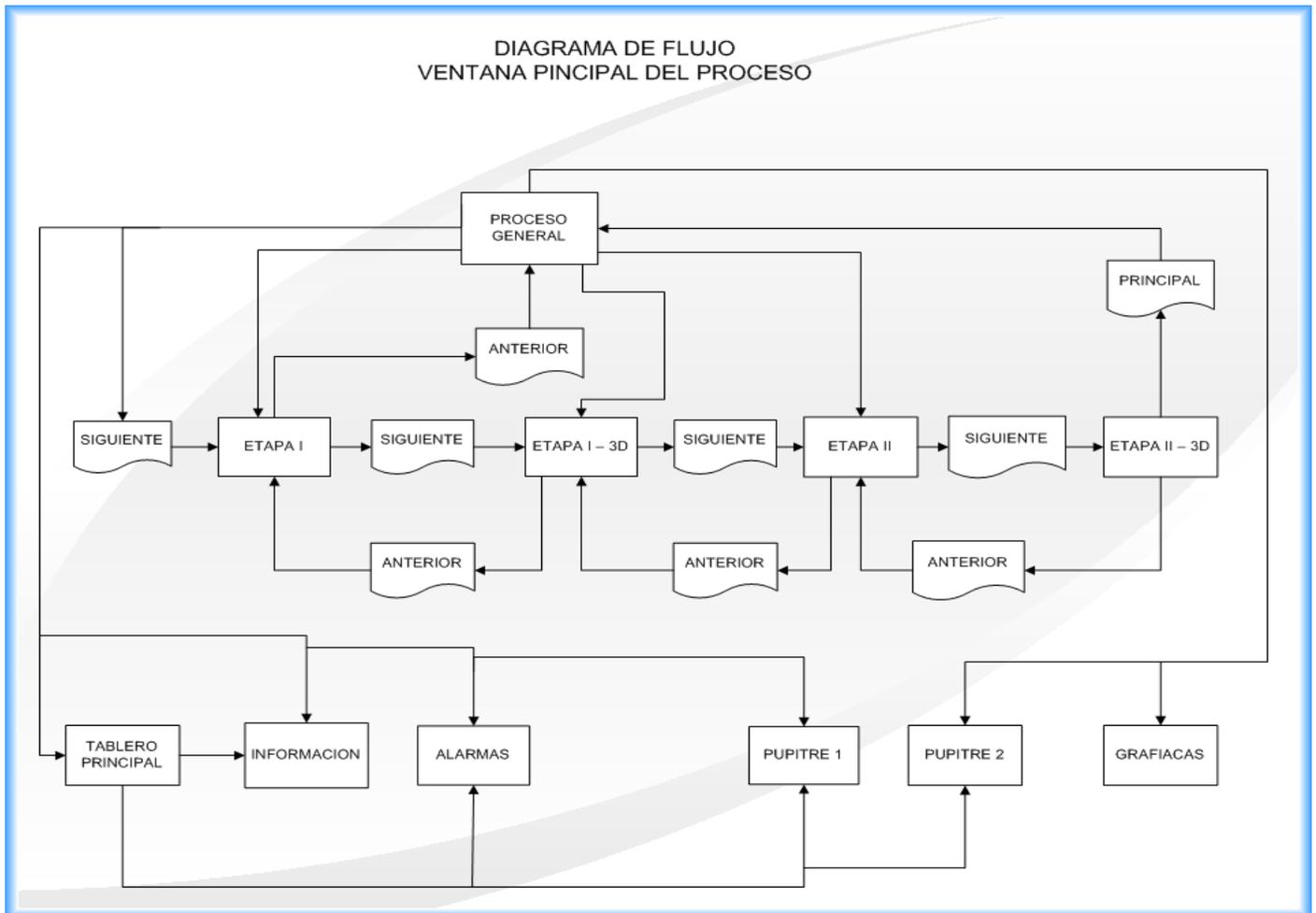


Figura. C.1 Diagrama de flujo del proceso general
Fuente: Propia

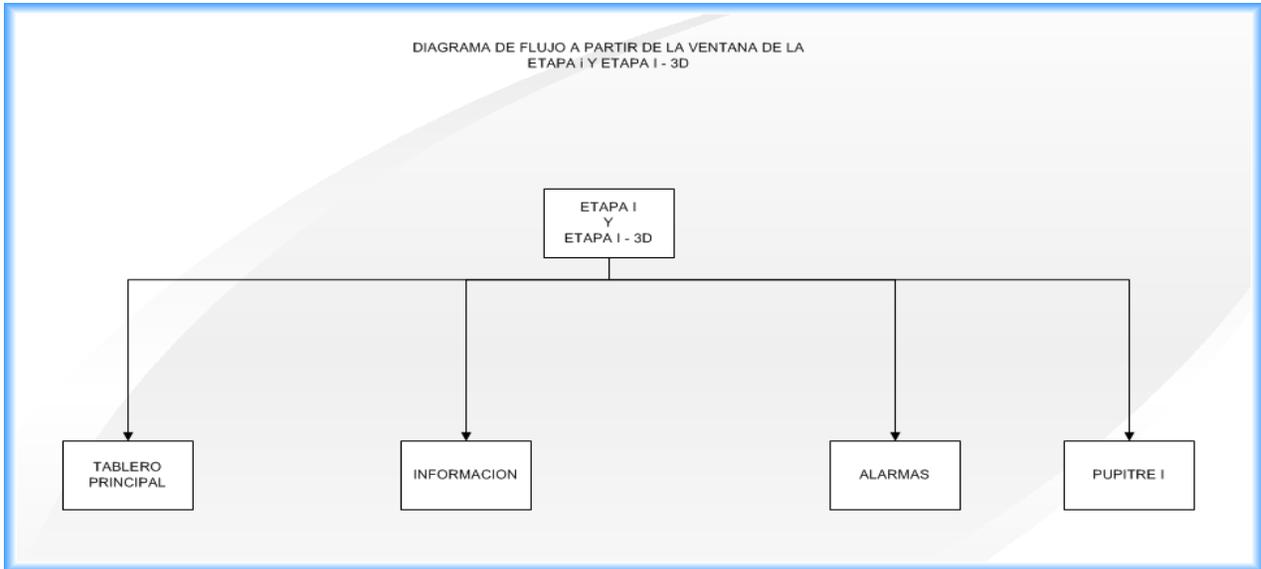


Figura. C.2 Diagrama de flujo a partir de la “Etapa I” y “Etapa I en 3d”
Fuente: Propia

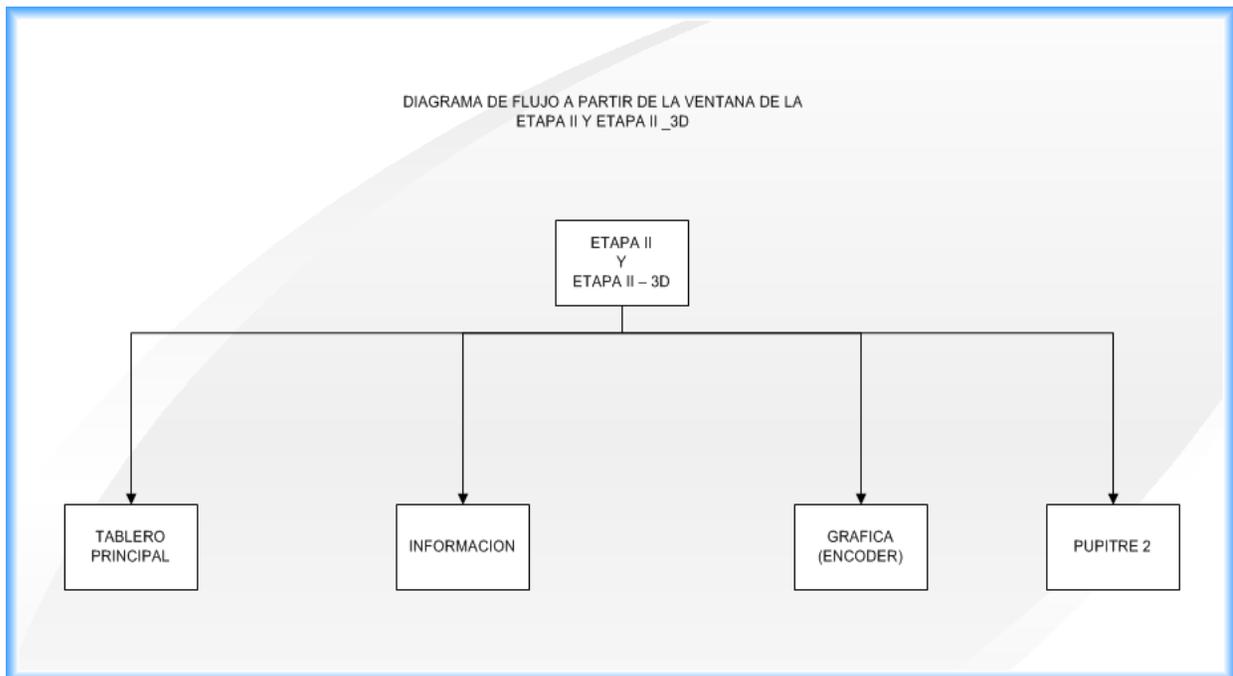


Figura. C.3 Diagrama de flujo a partir de la “Etapa II” y “Etapa II en 3d”
Fuente: Propia

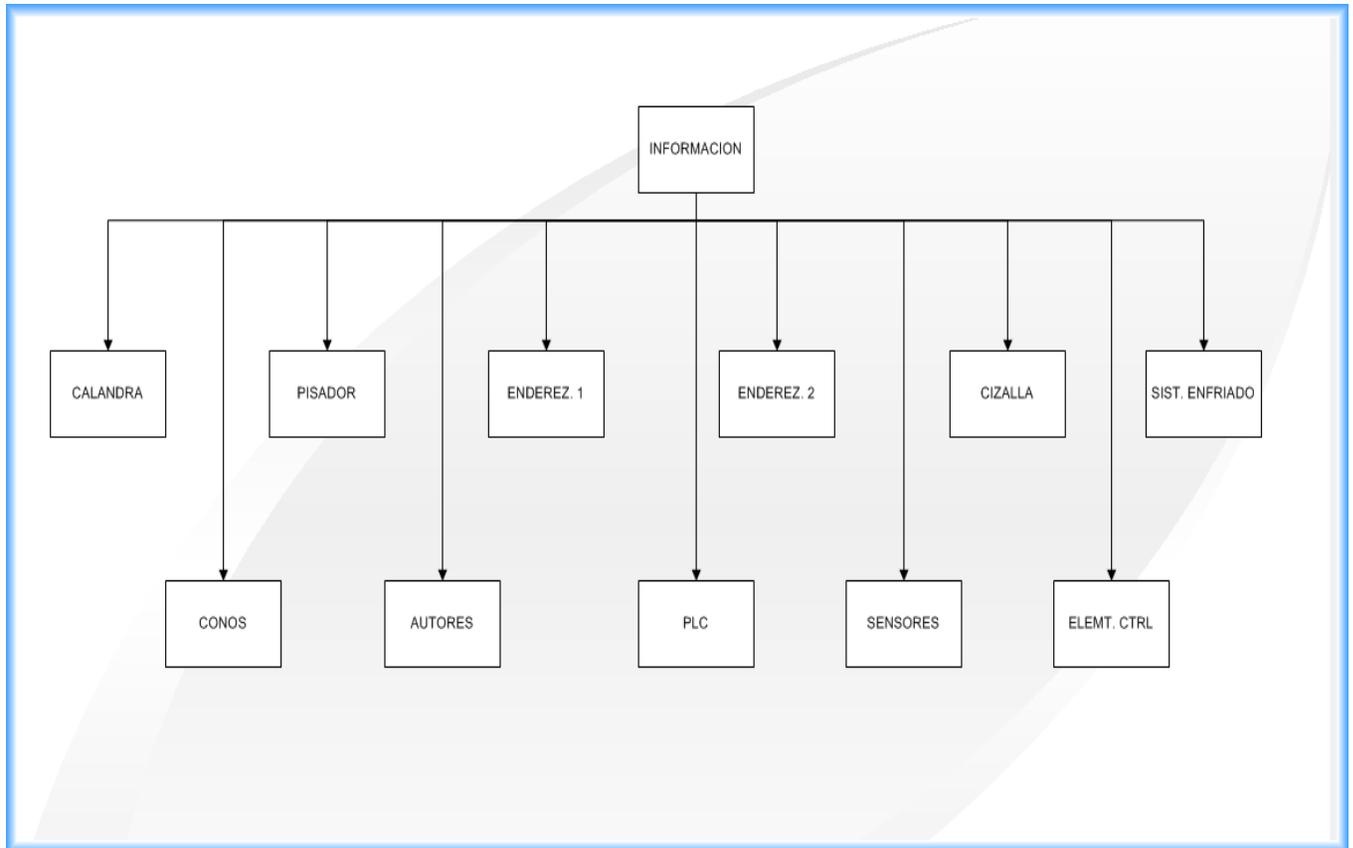


Figura. C.4 Diagrama de flujo a partir de la ventana información
Fuente: Propia

En las siguientes figuras (C.4 – C.16) se aprecia el contenido de todos y cada uno de los accesos que tiene la ventana de información:

Calandra

CALANDRA




Componentes Principales

- 3 Rodillos Inferiores
- 2 Rodillos Superiores
- 1 Mesa Despuntadora
- 1 Punta de Mesa
- 1 Motor Eléctrico

Características:

Potencia: 30/34 HP
 r.p.m: 1470
 Voltaje: 220/440 V
 Amperaje: 44/75 A

CERRAR

Figura. C.4 Calandra
Fuente: Propia

Conos Desenrolladores

CONO DES_ENROLLADORES




Componentes Principales

- 1 Motor Eléctrico
- 2 Actuadores lineales Hidraulicos
- 2 Cilindros con soporte

Características:

Potencia: 1 HP
 r.p.m: 1380
 Voltaje: 220 V
 Amperaje: 3.85 A

CERRAR

Figura. C.4 Conos desenrolladores
Fuente: Propia

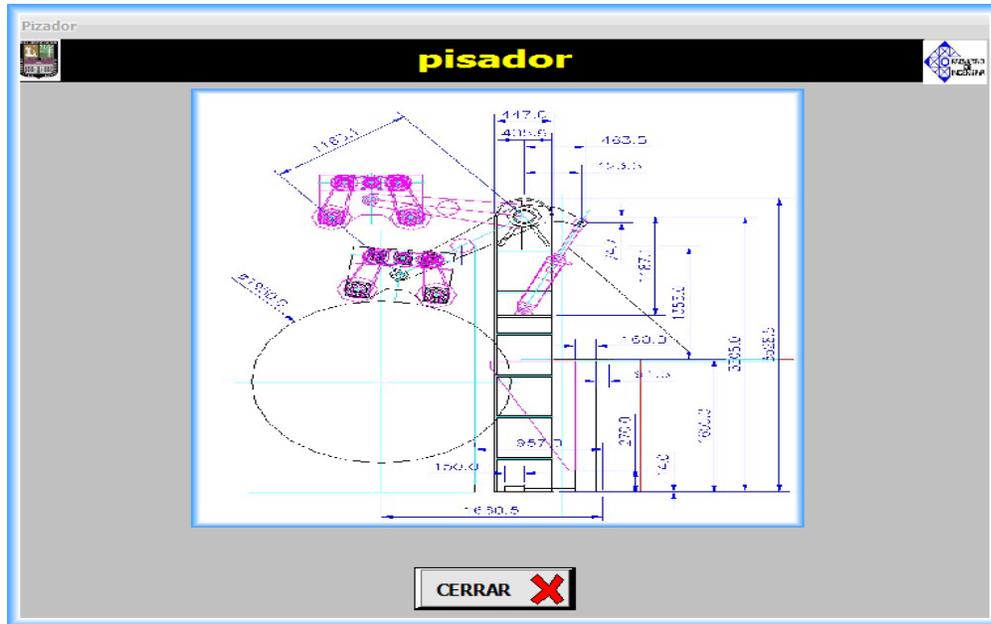


Figura. C.5 Pisador
Fuente: Propia

Enderezadora 2

ENDEREZADORA #2

vista lateral

vista frontal

Componentes Principales

- 4 Motores eléctricos
- 4 Rodillos superiores
- 3 Rodillos inferiores

Características:

Motor1	Motor2-3	Motor4
Potencia: 50 HP	Potencia: 3 HP	Potencia: 44 HP
r.p.m: 900	r.p.m: 430	r.p.m: 720
Voltaje: 440 V	Voltaje: 440 V	Voltaje: 440 V
Amperaje: 66 A	Amperaje: 4,7 A	Amperaje: 48 A

CERRAR X

Figura. C.6 Enderezadora # 2
Fuente: Propia

Enderezadora 1

ENDEREZADORA #1




Componentes Principales

- 1 Motor Eléctrico
- 4 Rodillos superiores
- 3 Rodillos inferiores

CERRAR

Características:

Potencia: 14.7 HP
 r.p.m: 725
 Voltaje: 220/380 V
 Amperaje: 43/25 A

Figura. C.7 Enderezadora # 1
Fuente: Propia

Cizalla

CIZALLA




Cizalla HACO

Componentes Principales

- 1 Motor Eléctrico
- 8 Pizadores Hidraulicos
- 2 Actuadores lineales
- 1 Cuchilla de corte

CERRAR

Características:

Potencia: 5.9 HP
 r.p.m: 60 HZ
 Voltaje: 220/440 V
 Amperaje: 20/10 V

Figura. C.8 Cizalla
Fuente: Propia

Sistema de Enfriamiento

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA CIZALLA



Componentes Principales	
2 Motores Eléctricos	
1 Ventilador	
1 Bomba centrífuga	

CERRAR

Características:	
<u>M. Ventilador</u>	<u>M. Bomba</u>
Potencia: 0.33 HP	Potencia: 1 HP
r.p.m: 1720	r.p.m: 3450
Voltaje: 230 V	Voltaje: 110 V
Amperaje: 1.36 A	Amperaje: 10.4 A

Figura. C.9 Sistema de enfriamiento de la cizalla
Fuente: Propia

Autores

AUTORES DEL SISTEMA SCADA



DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL
Y FUERZA PARA LA LINEA DE PRODUCCION
DE LAMINAS DE HIERRO NEGRO STAMCO
EN LA EMPRESA ACEROS LAMINADOS C.A.



Autores:
Br. Navas R. Ali G.
Br. Ramos G. Indra V.

Tutor:
Prof. Oriana Barrios

Cerrar

Figura. C.10 Autores del Sistema SCADA
Fuente: Propia

PLC

Controlador Logico Programable (PLC)



SIMATIC S7 - 300

CARACTERISTICAS	
Maraca:	SIEMENS
Modelo:	SIMATIC S7-300
Tipo:	MODULAR
CPU:	313C-2 DP
Interfaz:	MPI/ PROFIBUS DP
Alimentación:	24 V - DC
I/O:	16/16 INTEGRADAS

CERRAR

Figura. C.11 Controlador Lógico Programable (PLC)
Fuente: Propia

Sensores

SENSORES Y DETECTORES



sensores inductivos



sensores magneticos

CARACTERISTICAS	
Tipo:	Sensores inductivos Sensores Magneticos
Aplicaciones:	Posición de embolos de objetos metalicos de apertura de valvula control de velocidad grietas o fisuras



Detección de grietas



Detección de puntos



Detección de posición



Detección de objetos

CERRAR

Figura. C.12 Sensores y detectores
Fuente: Propia

Elementos de Control

Electro-Válvulas y Actuadores Hidráulicos

Electro - Valvula

Simbolo

Actuador de doble efecto

Simbolo

Actuador Hidraulico

Características:

Tipo: Electro - Válvula 4/3 vías con doble solenoide

Modelo:

Alimentación: 120 V AC / 24 V DC

Características:

Tipo: Actuador Hidraulico de doble efecto

Modelo:

Alimentación: Hidraulica

CERRAR

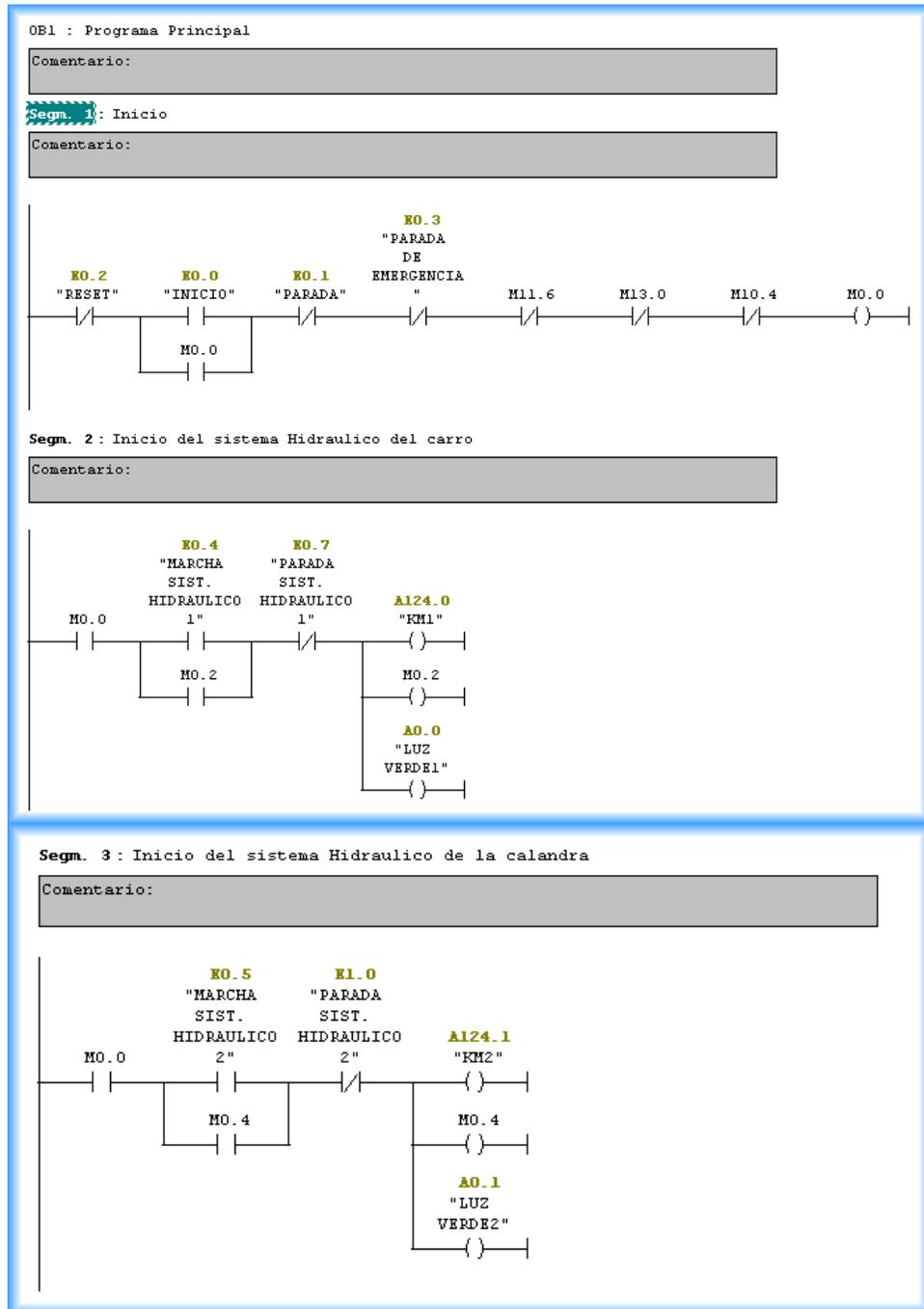
Figura. C.13 Electro válvulas y actuadores hidráulicos
Fuente: Propia



APÉNDICE "D"

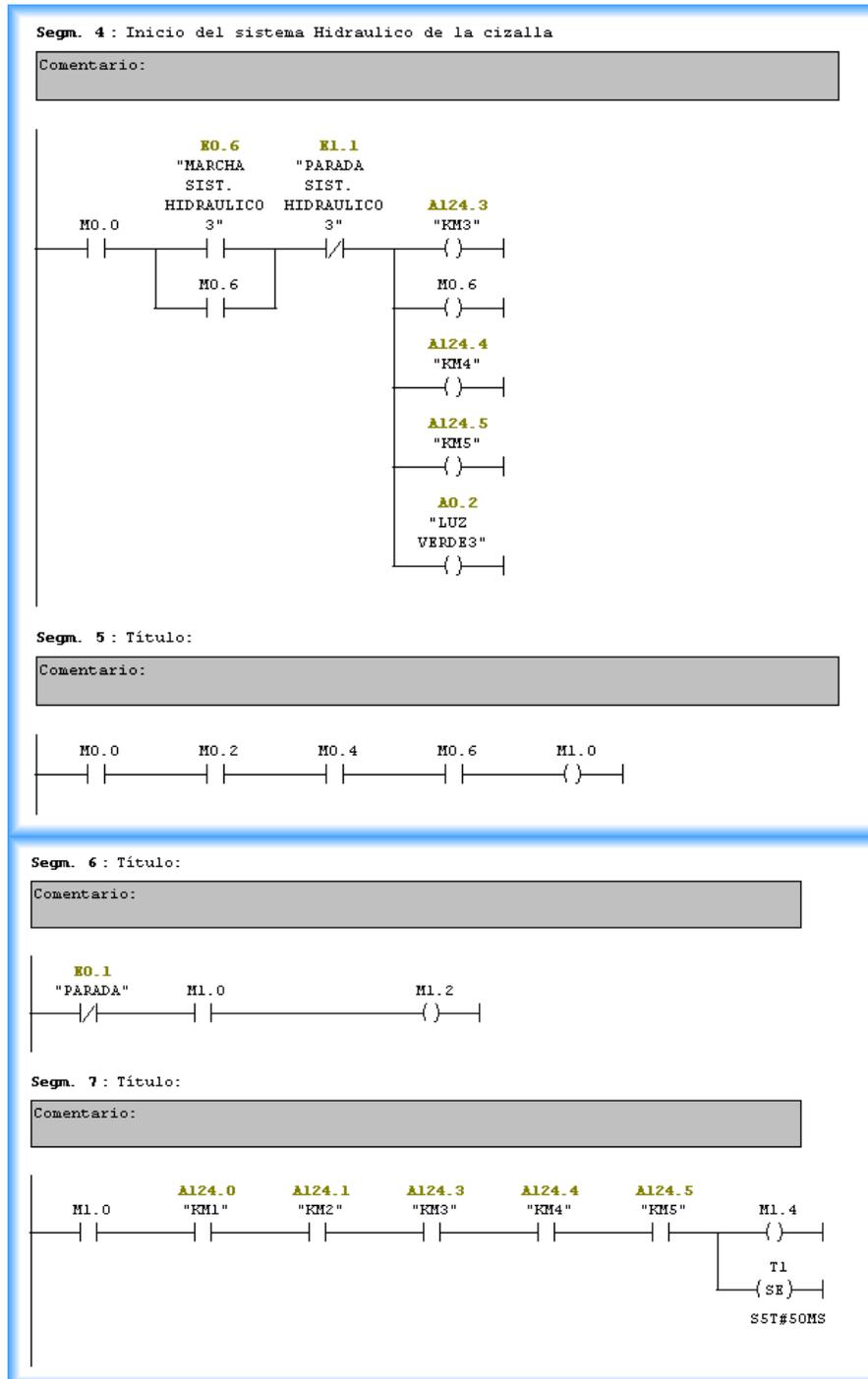
Diagrama escalera del programa

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal.



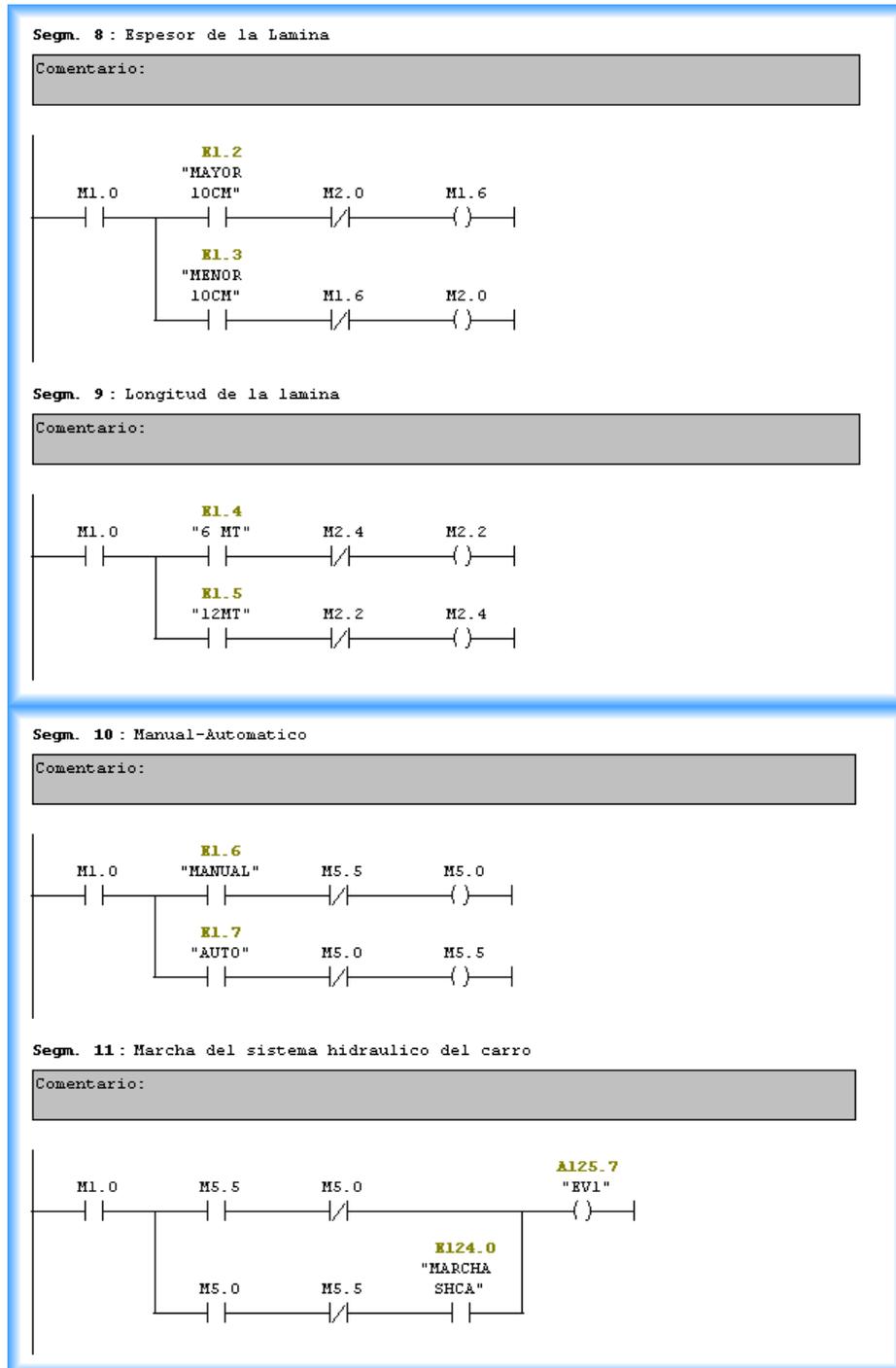
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



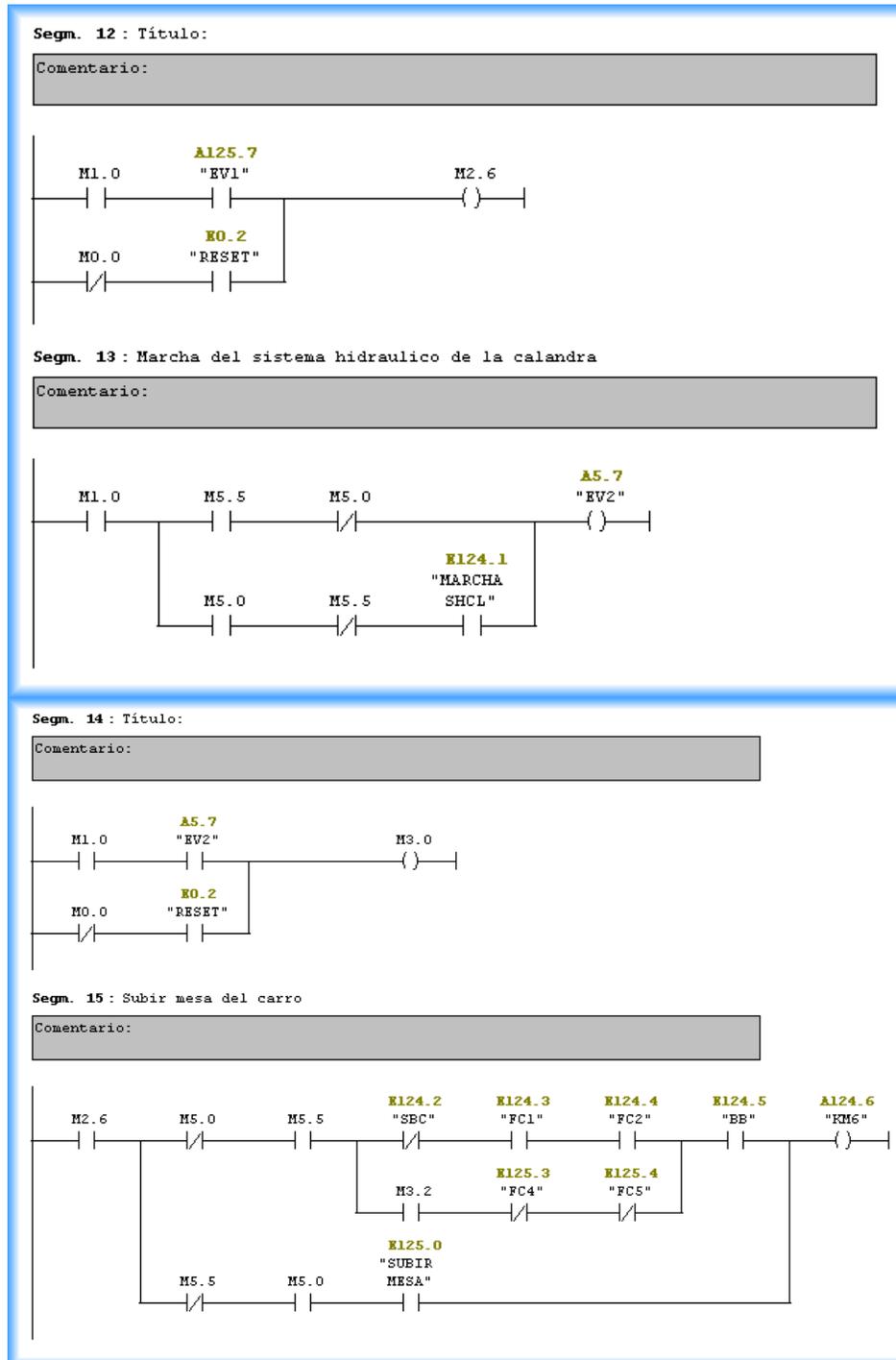
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



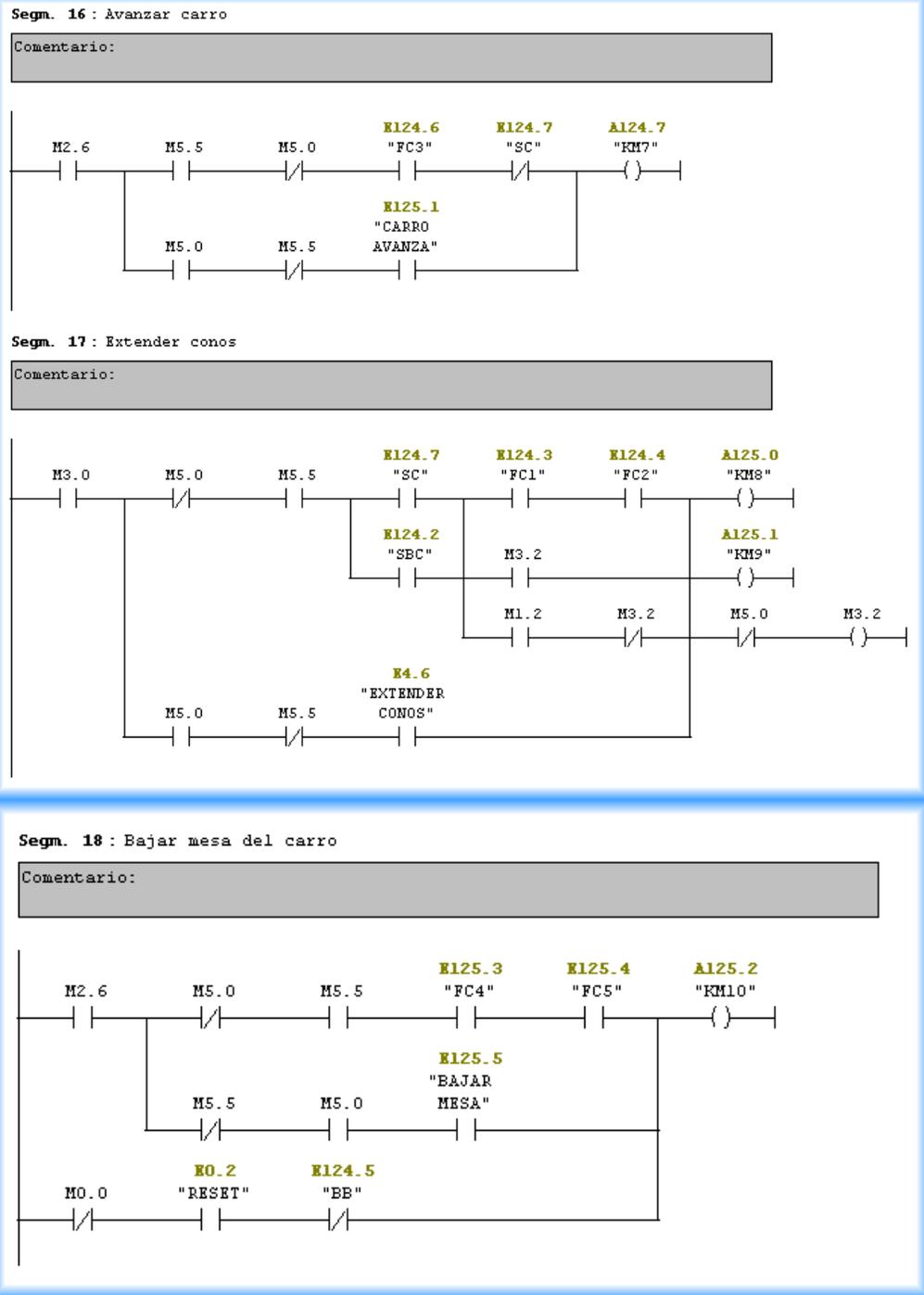
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



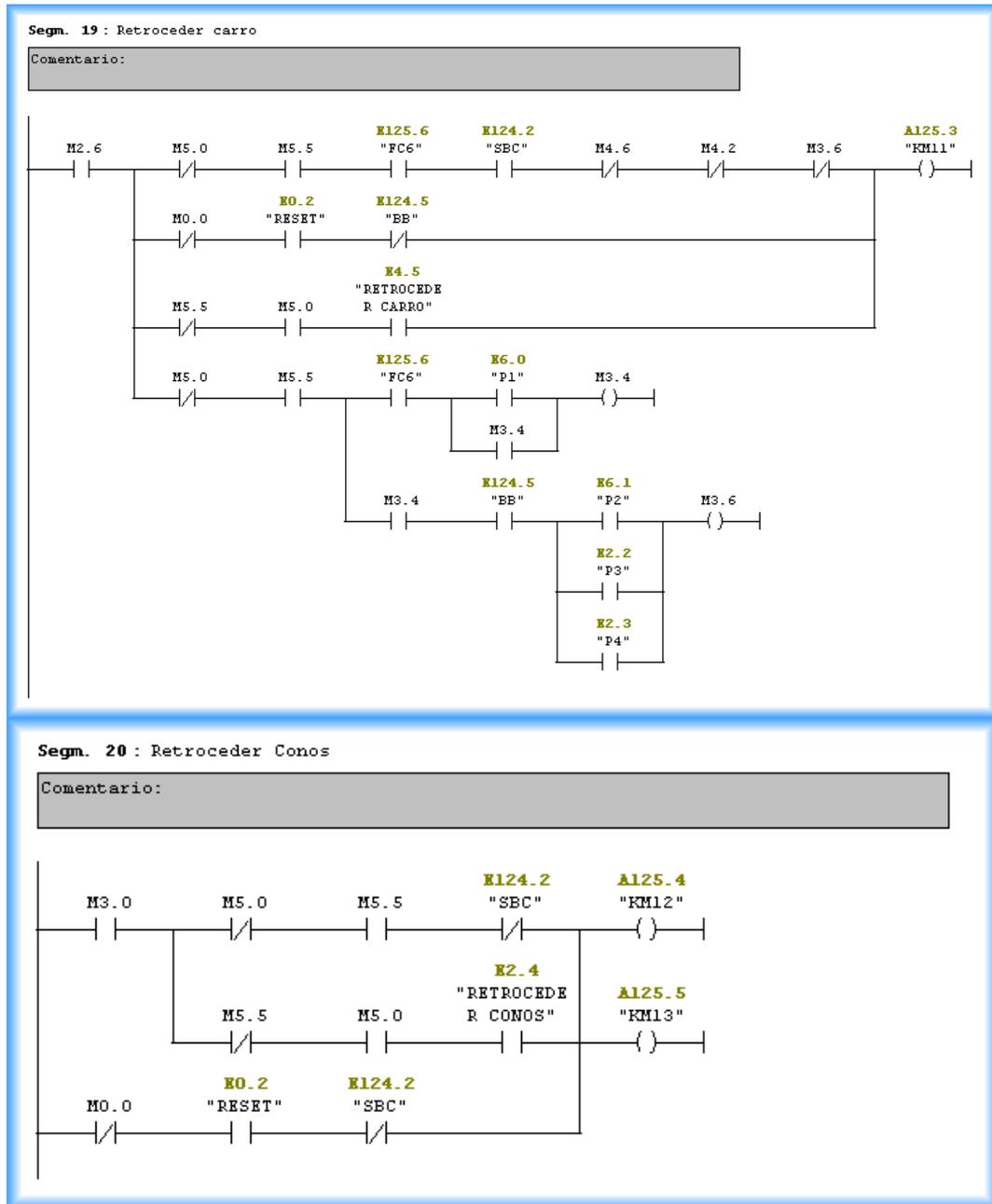
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



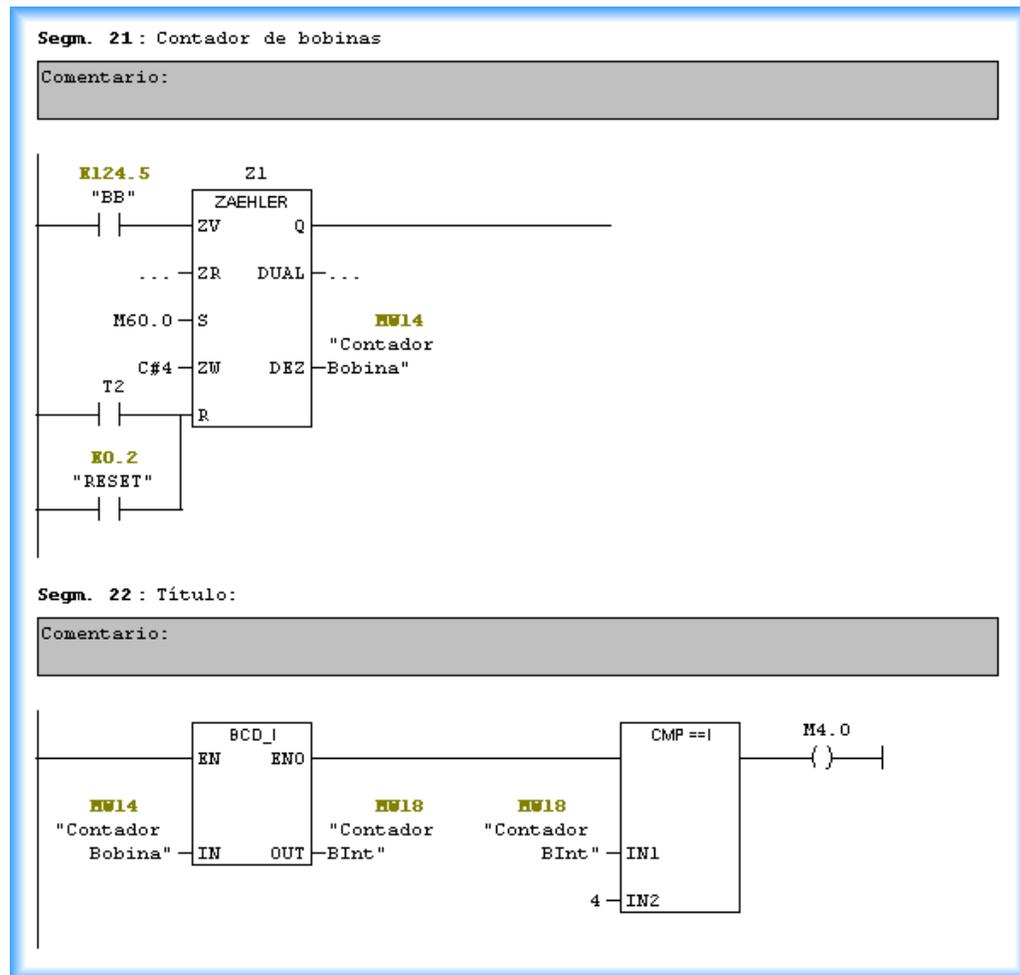
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



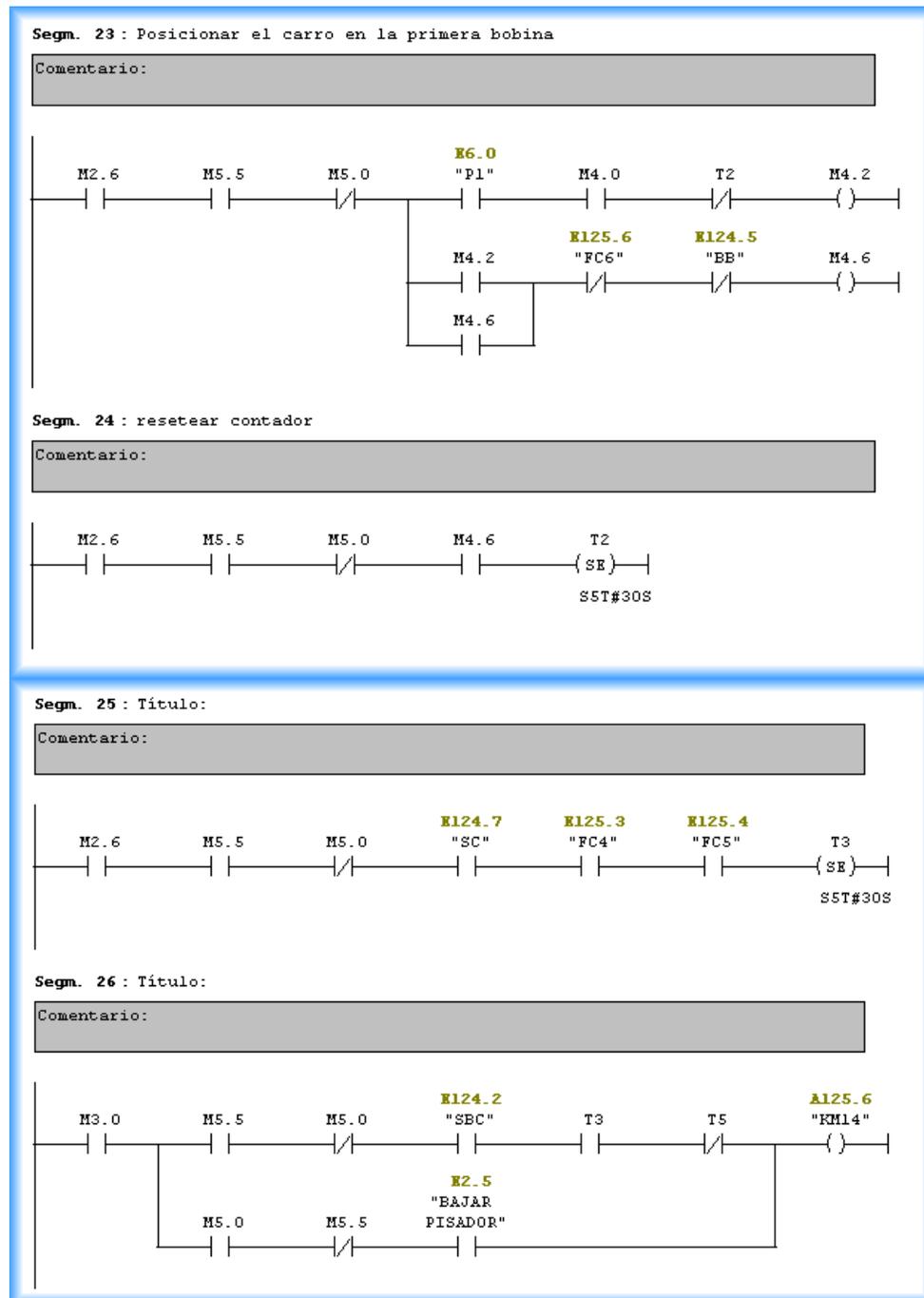
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



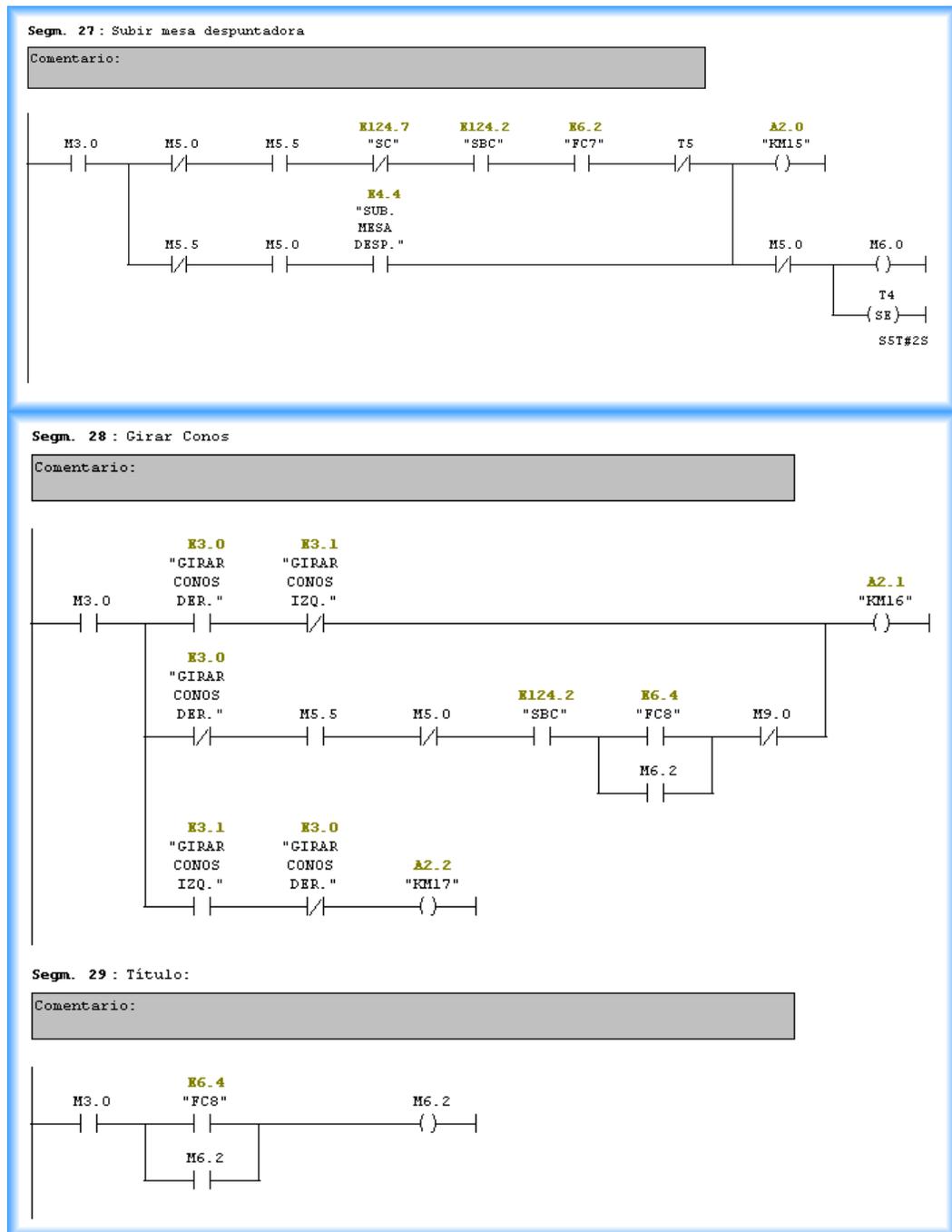
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



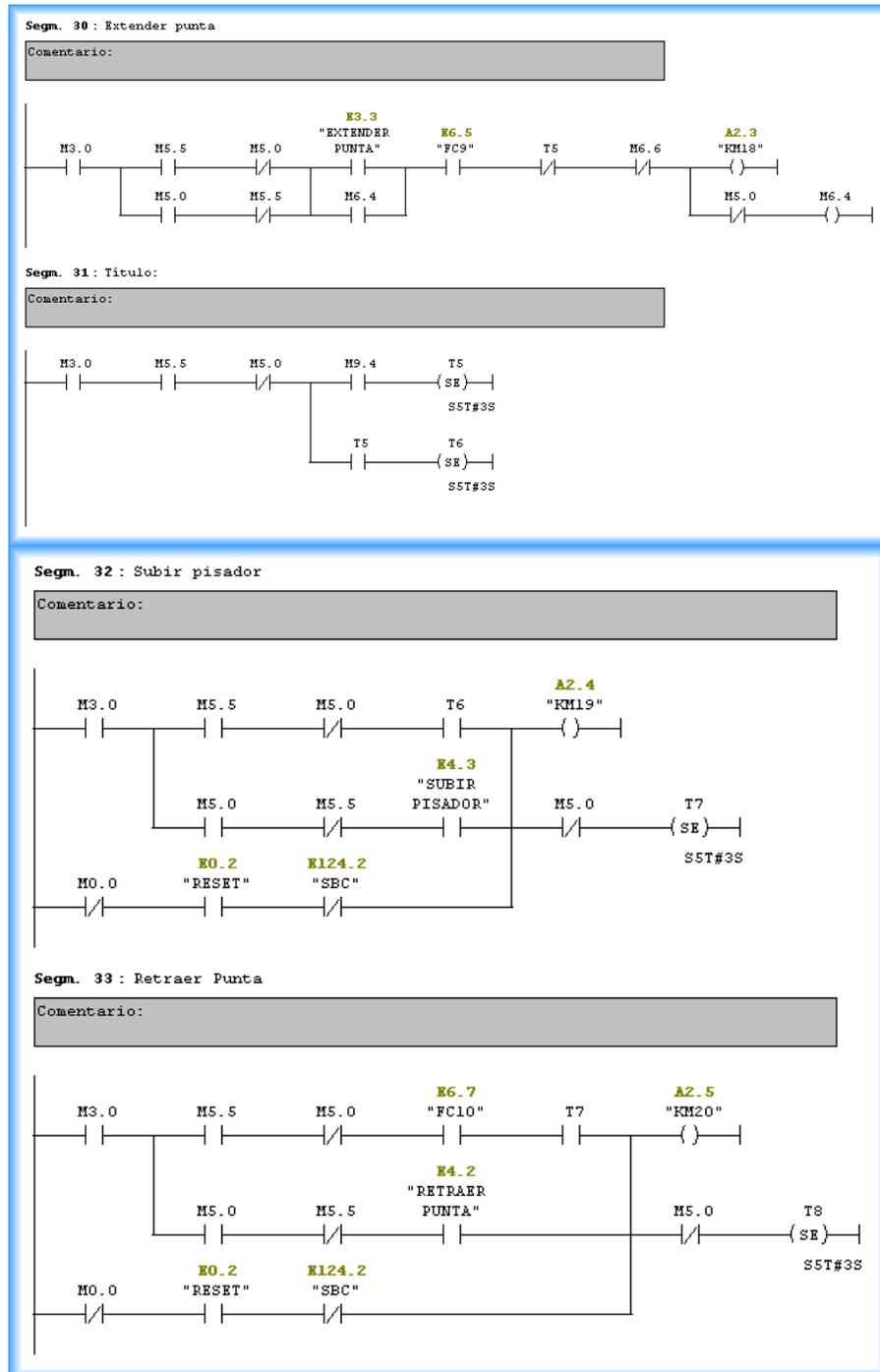
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



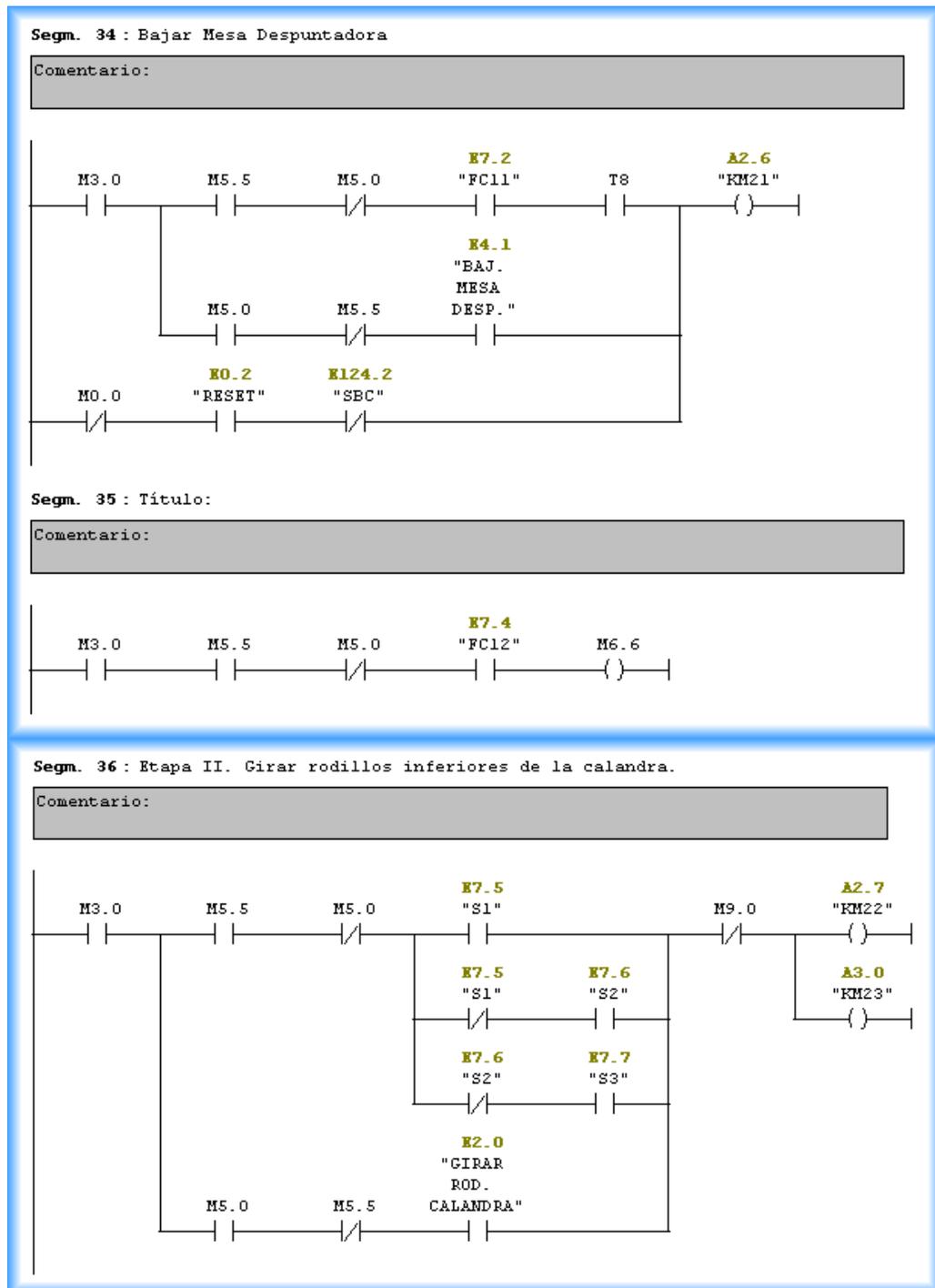
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



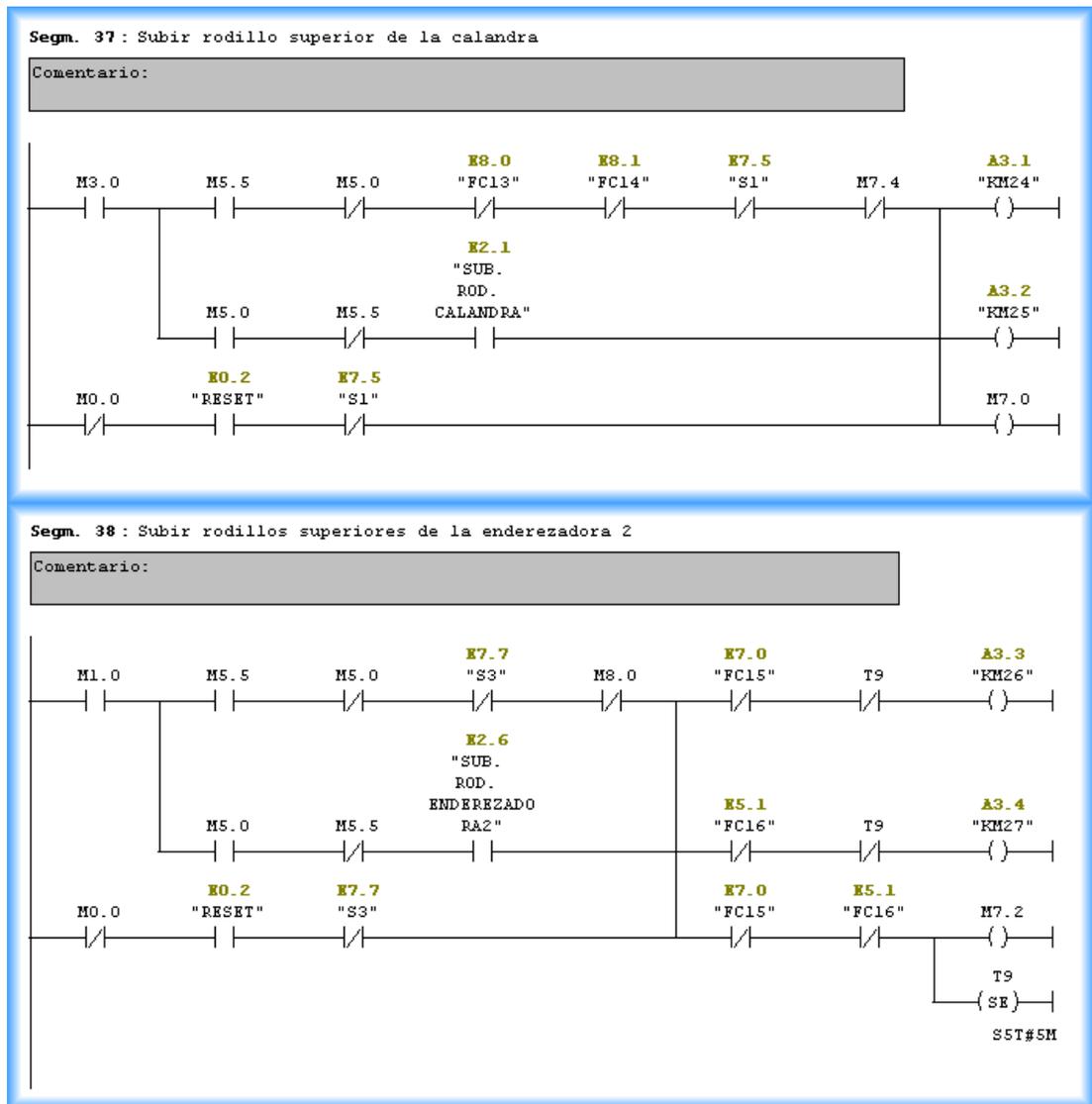
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



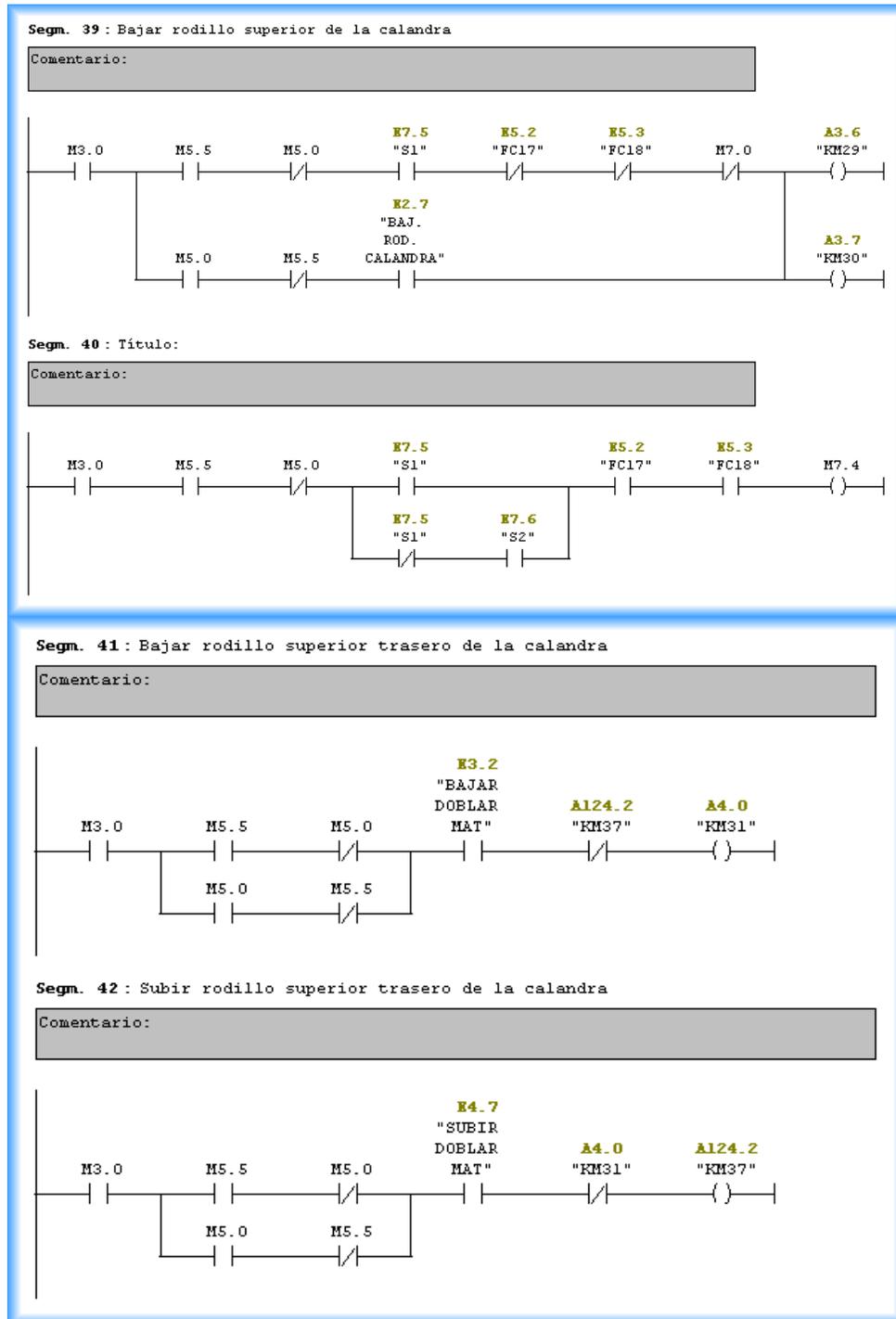
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



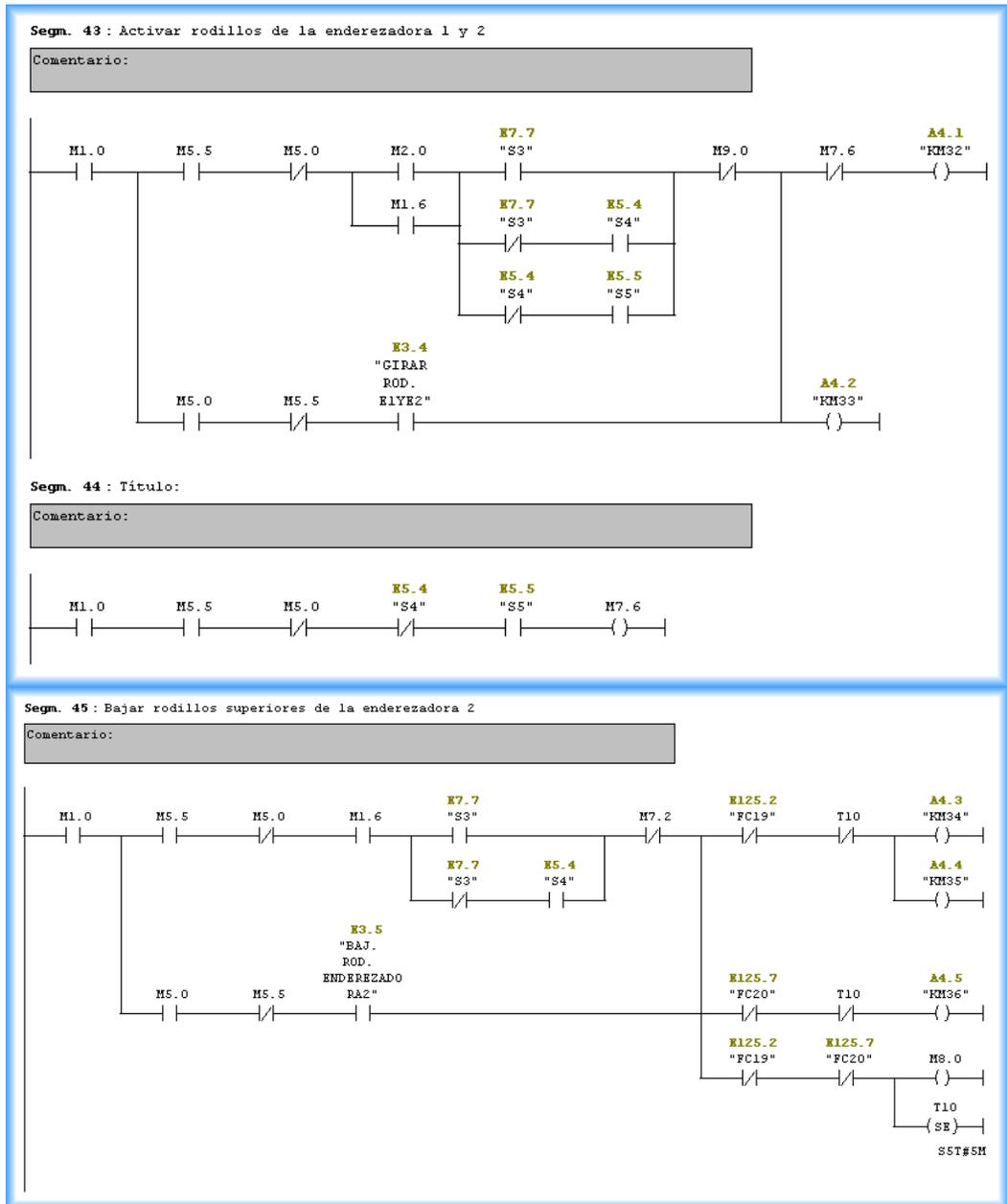
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



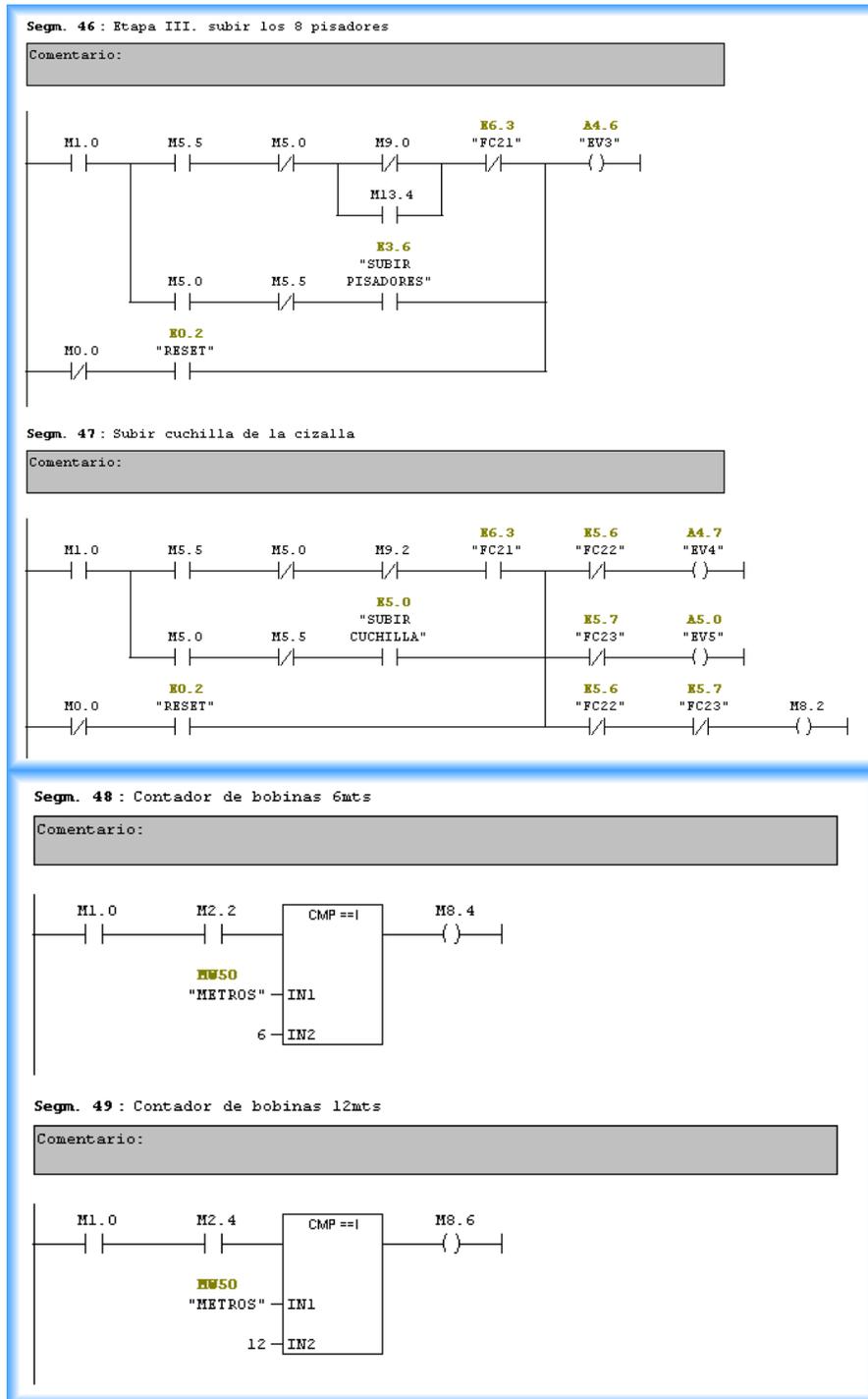
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



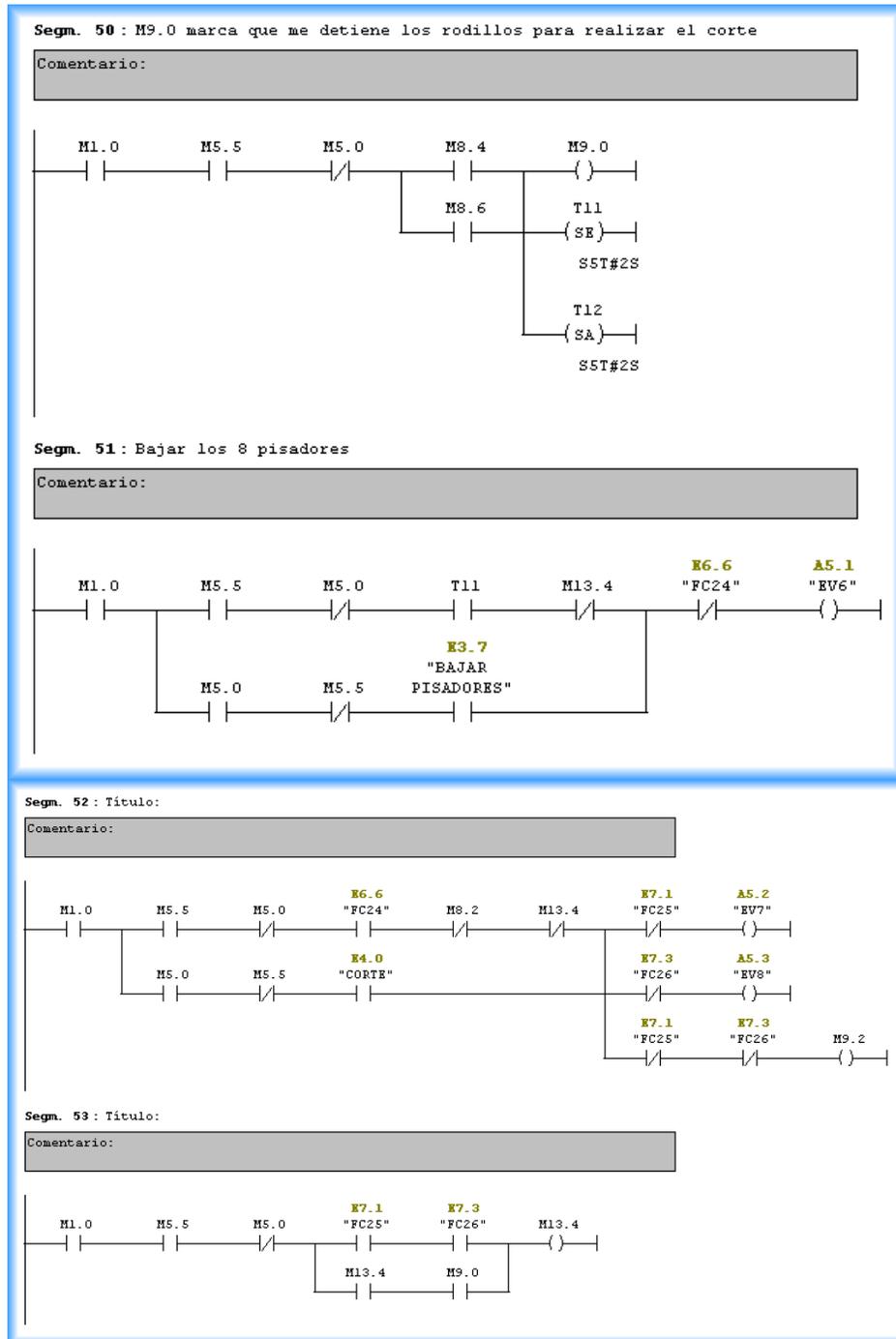
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



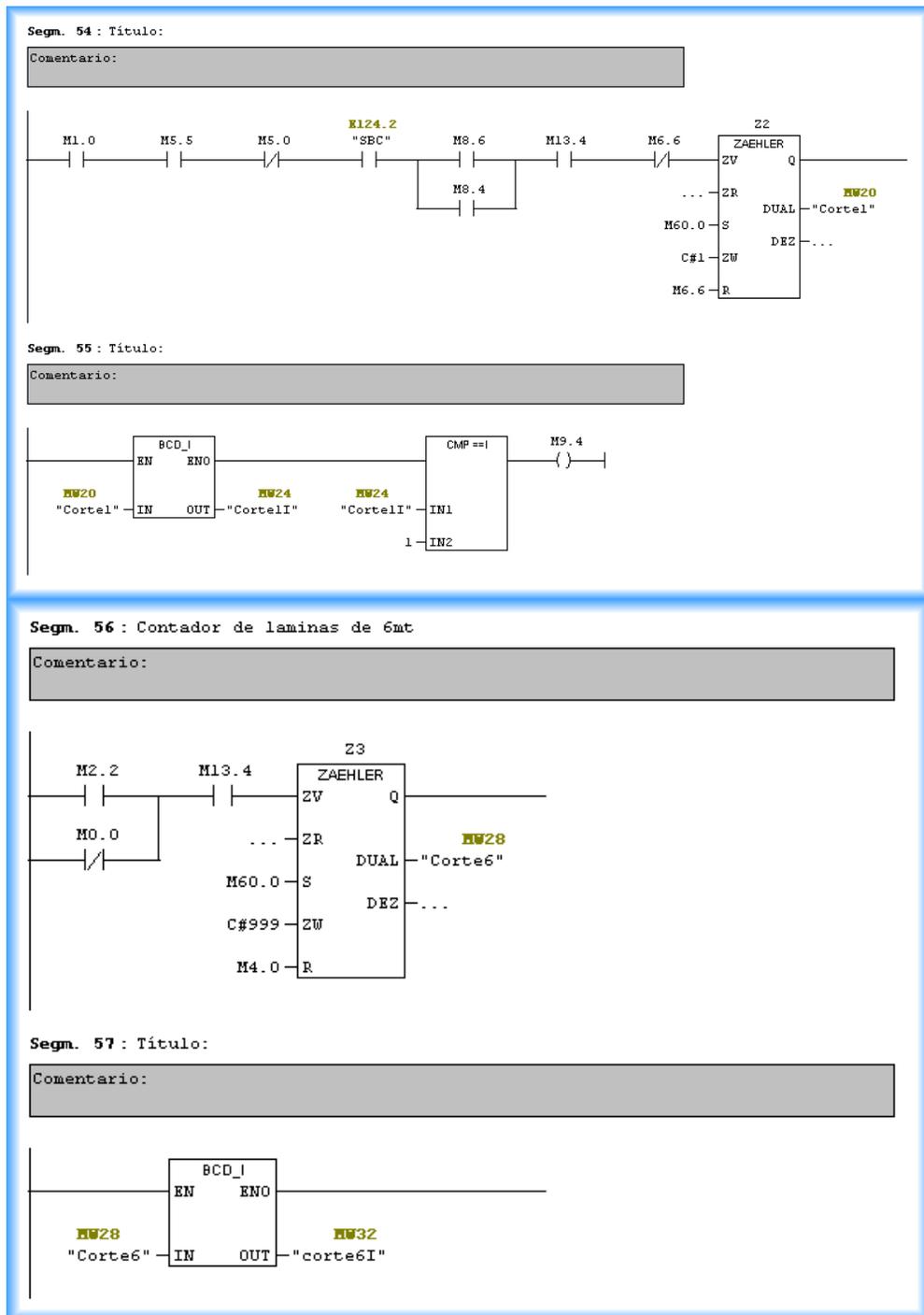
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



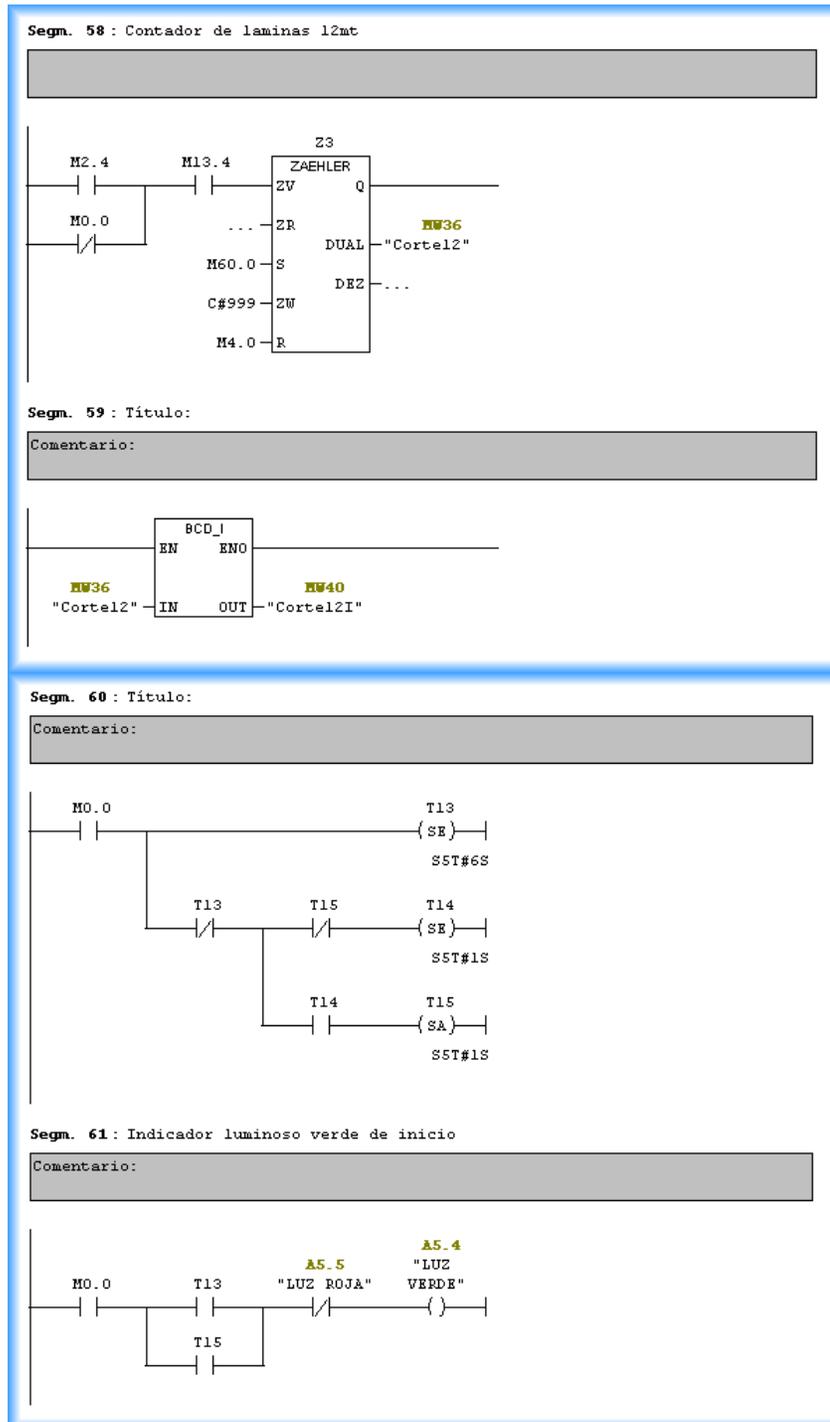
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



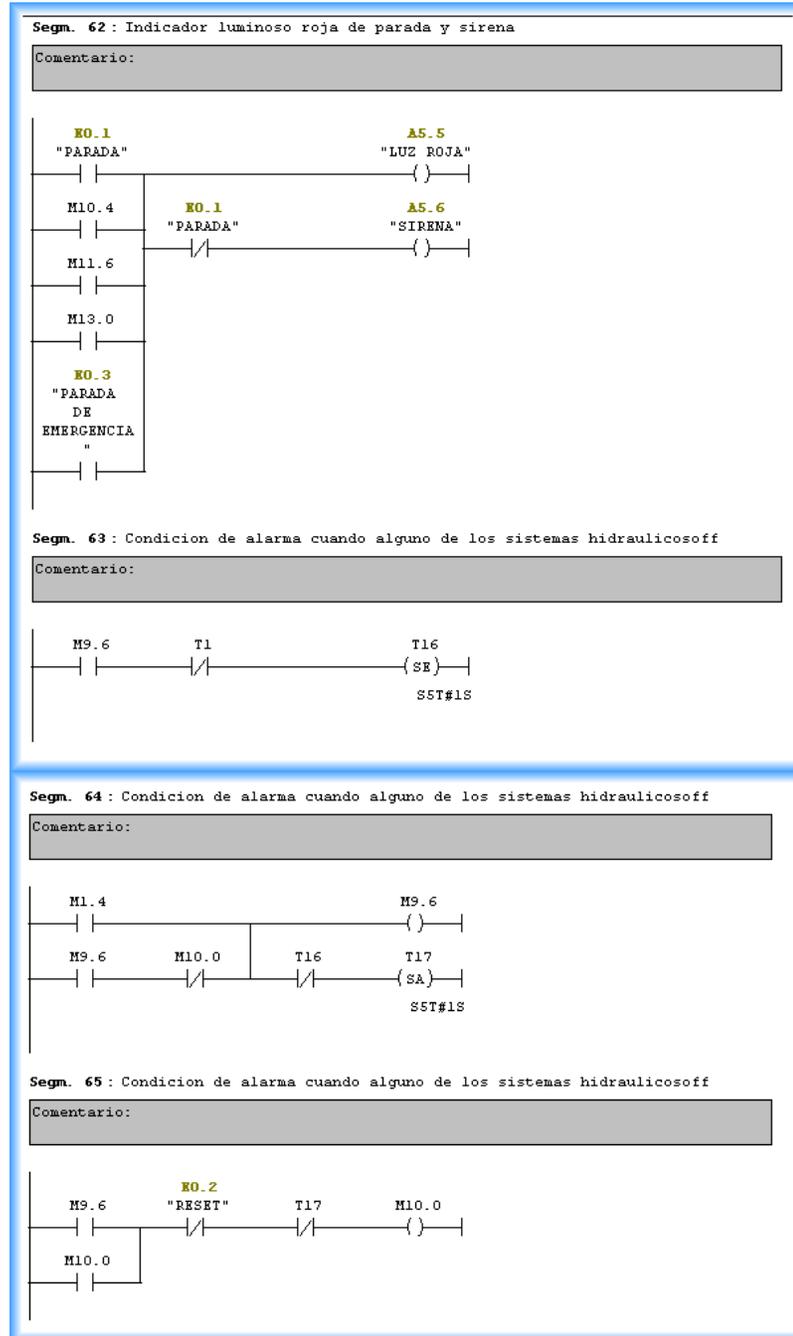
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



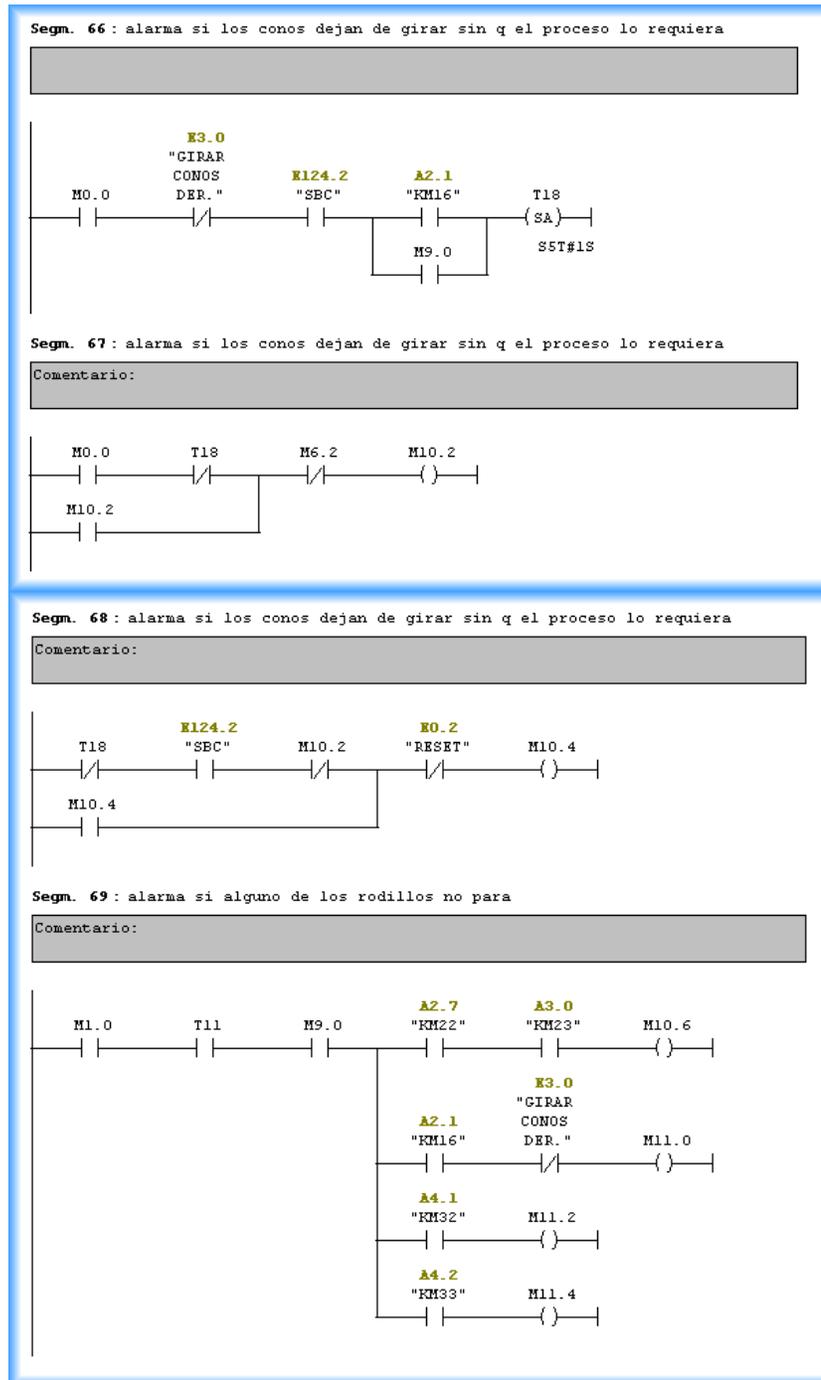
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



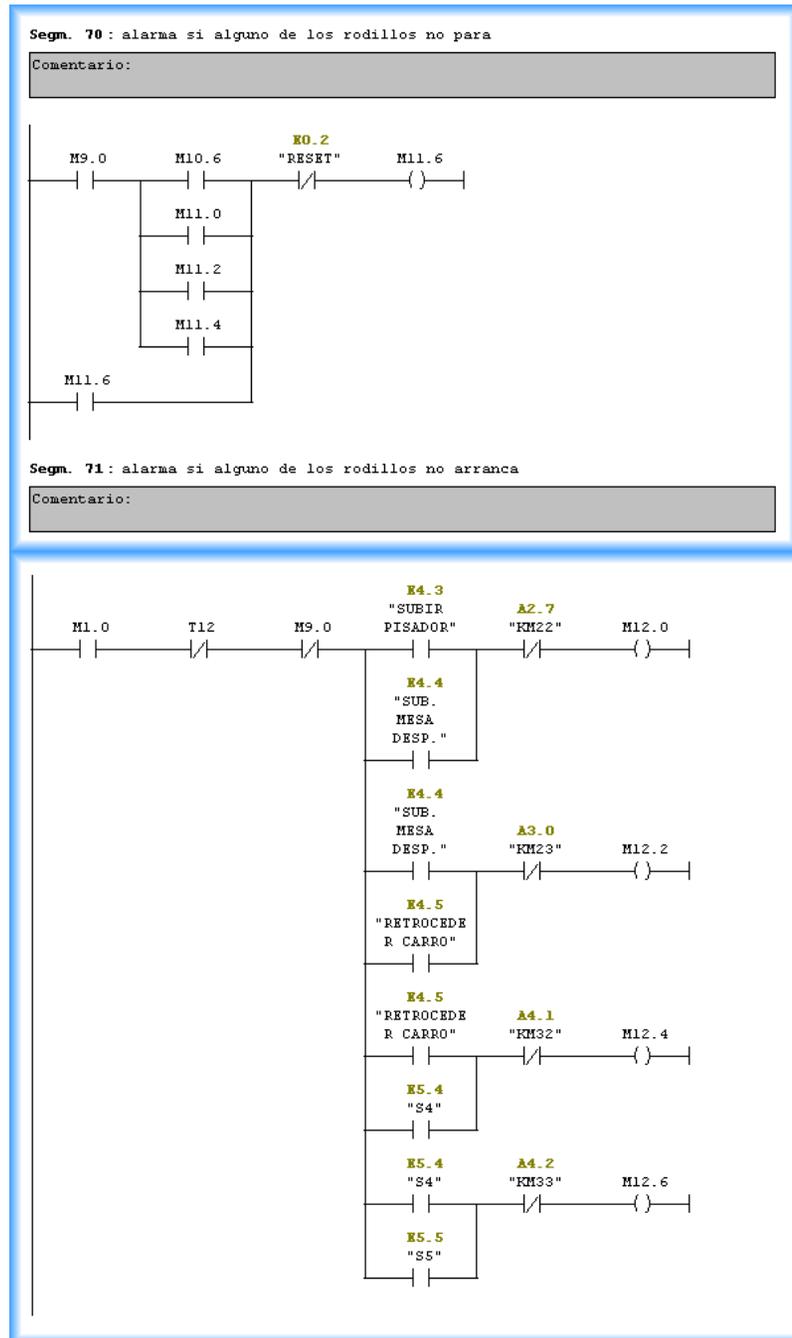
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



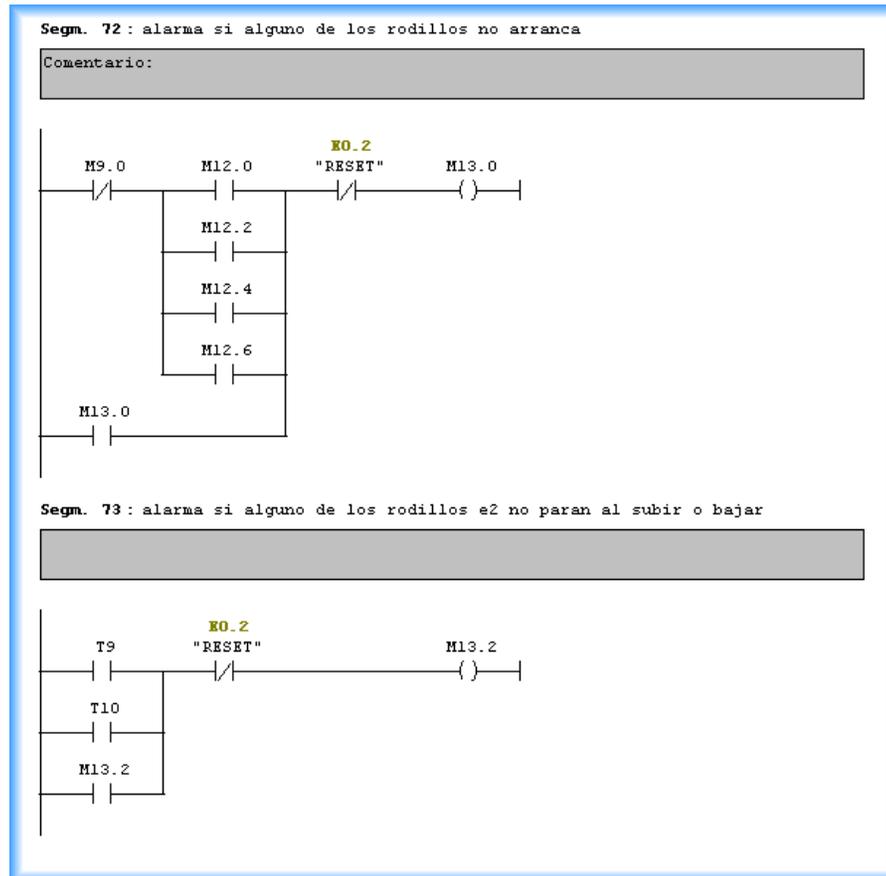
Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



Fuente: Propia

Figura. D.1 Diagrama escalera del programa principal (continuación)



Fuente: Propia



CONCLUSIONES

Una vez desarrollada la ingeniería básica y de detalle para el diseño del sistema de control y fuerza para la línea de producción de láminas de Hierro Negro STAMCO en la empresa Aceros Laminados C.A, ubicada en Tinaquillo – Edo. Cojedes, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Mediante la información obtenida del proceso de producción sobre las operaciones del sistema se logró determinar los requerimientos del proyecto por parte de la empresa beneficiada, quedando establecida en tres etapas las cuales son: carga, enderezado y corte de la bobina de trabajo respectivamente, también se identificaron las variables tanto de entrada como salida, las cuales fueron de gran utilidad al momento de realizar la programación del sistema de control.
- Al realizar el estudio de cargas de fuerza y de control se determinó el calibre de los conductores para el cableado de los motores ubicados en las diferentes maquinarias del proceso y el de los módulos de entradas y salidas del controlador lógico programable (PLC), es importante señalar que para aquellos conductores que resultaron con calibre # 16 en el estudio de fuerza, se acordó en conjunto con la empresa el uso de conductores # 12 por niveles de seguridad y robustez del proceso, además de disponer en almacén una cantidad apreciable de este tipo de cable. Por otra parte, entre los métodos comúnmente empleados para determinar el calibre del conductor (capacidad de corriente y Caída de tensión) se efectuó el estudio por el método de capacidad de corriente, considerando que las distancias desde el armario de



control a las diversas zonas donde están ubicados los equipos resultan despreciables para hacerlo por el método de caída de tensión.

- La programación del sistema de control se realizó tomando en consideración la descripción del proceso por parte de la empresa y se dividió en tres etapas antes mencionadas, obteniendo como resultado un total de 82 entradas y 51 salidas digitales y la programación se hizo en lenguaje KOP o de escalera, para ello se utilizó el PLC S7 300 de Siemens, seleccionándose la CPU 313C-2DP, principalmente porque la empresa así lo estipuló de acuerdo a la capacidad de procesamiento, el número de E/S integradas y los protocolos de comunicación disponibles, lo cual resulto beneficioso ya que es el mismo que posee la Universidad de Carabobo en el Laboratorio de Automatización Industrial II y que será utilizado en la simulación del proceso.

- Todos los planos de fuerza y control fueron realizados en el programa AutoCAD 2010, para el diseño y dimensiones del armario, pupitres y panel principal, la empresa dio su aporte para la realización del mismo quedando así establecido para una futura implementación.

- La comunicación entre el PLC (S7 300 siemens) y el Intouch se estableció a través del cable MPI/SERIAL o MPI/USB realizándose de esta manera para fines didácticos. Adicionalmente, debido a que existe incompatibilidad de los drivers del Scada Intouch con los drivers disponibles de Siemens, se requirió del software IBH OPC Server, Top Server (Quick Client) y OPC Link, para poder comunicar al PLC con el SCADA anteriormente mencionado.



Aunque se logró la comunicación, la velocidad de transmisión y recepción de los datos entre el PLC y el sistema SCADA Intouch no es muy eficiente por lo tanto no es aplicable en procesos reales.

Finalmente se concluye que todos y cada uno de los objetivos específicos fueron alcanzados, demostrándose el buen funcionamiento del sistema de control.



BIBLIOGRAFÍA

[1] Aceros Laminados C.A, (2009). [Pagina web en línea]. Disponible:<http://www.aceroslaminados.com>.

[2] Historia de los PLC (2009). [Documento web en línea]. Disponible: http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/2_HISTORIA_DE_LOS_PLC_S.PDF, [Consultado: 2009, Agosto 26].

[3] ORTEGA F, Roser (2009). Tesis de Máster. Diseño, implementación y automatización de una planta piloto de saponificación. Universidad Politécnica de Catalunya. España, Barcelona. Tesis en línea. Disponible: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/7011/1/MEMORIA.pdf>, [Consultado: 2009, Agosto 10].

[4] CRUZ P, Erick A y SALCEDO, Rainier (2008). Trabajo Especial de Grado. **Diseño de la automatización y mejoras en una planta de fabricación de asfalto.** Universidad de Carabobo. Venezuela.

[5] VIÑA, Cruz M (2005). Trabajo Especial de grado. Diseño y simulación de un sistema de control para el tren de secado de una máquina corrugadora de la empresa Cartón de Venezuela S.A SMURFIT usando un controlador lógico programable. Universidad de Carabobo. Venezuela.

[6] Principios Básicos de los PLC's (2009). [Documento web en línea]. Disponible:<http://www.dimeint.com.mx/PDF/PRINCIPIOS%20BASICOS%20PLC%20B4S.pdf>.



[7] Seminario Controladores lógicos programables (PLC), 2009. [Documento en línea]. Disponible: http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligents/U_T3/plc/ml. [Consultado: 2009, Septiembre 02]

[8] Catálogo Simatic S7 300 de Siemens (2009). [Documento en línea]. Disponible: http://www.simatic_S7_300_PLC.pdf. [Consultado: 2009, Noviembre 15].

[9] BULLA L, Claudia M y BENAVIDES R, Yarkov (2005). Trabajo Especial de Grado. **Sistema de visualización y control para MPS Festo**. Tesis en línea. Universidad De La Salle. Colombia, Bogotá. Disponible: <http://www.tegra.lasalle.edu.co/dspace/bitstream/.../1/T44.05%20B872s.pdf> [Consulta do: 2009, Septiembre 10].

[10] Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales (2003). Universidad Experimental Libertador. Caracas – Venezuela.

[11] Arias, Fidias G. (2006). Título: El Proyecto de Investigación. Editorial Episteme, C.A. (5^{ta} Ed.). Caracas – Venezuela.

[12] Acuña B, Mirian. (2002). Título: Como se Elabora el Proyecto de Investigación. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial (6^{ta} Ed.). Caracas – Venezuela.

[13] LIPORACI, Katherinne y TORREALBA, Yarlenniee (2009). Trabajo Especial de Grado. **Desarrollo De Un Sistema Didáctico Para Prácticas De Redes Con Plc Utilizando Plantas Piloto Del Laboratorio De Automatización Industrial II**. Universidad de Carabobo. Venezuela.



[14] PENISSI F, Oswaldo A. (2010). Título: **Canalizaciones Eléctricas Residenciales**. Undécima Edición. Carabobo – Venezuela.

[15] DE SOUSA, Luis G. y GARCÉS C, Pedro L. (2010). Trabajo Especial de Grado. **Desarrollo De La Ingeniería Básica Y De Detalle Para El Diseño De La Instrumentación Y Control En Una Planta Piloto De Disipación De Calor En Cojinetes De Una Turbina A Gas**. Universidad de Carabobo. Venezuela.

[16] PÉREZ V, Linarco J Y GUZMÁN B, Jean C (2009). Trabajo Especial de Grado. **Desarrollo De Estrategias Didácticas Dirigidas A La Formación Teórico Práctica Con El Sistema Scada Intouch Para El Laboratorio De Automatización Industrial II**. Universidad de Carabobo. Venezuela.