



**PROPUESTA DE MIGRACIÓN DEL
SISTEMA EPIS A UN PLC MICROLOGIX
1200 PARA EL CONTROL DEL PROCESO
DE FLAMEADO DE GAVERAS EN
GAVEPLAST, VALENCIA, EDO.
CARABOBO.**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROPUESTA DE MIGRACIÓN DEL SISTEMA EPIS A UN PLC
MICROLOGIX 1200 PARA EL CONTROL DEL PROCESO DE FLAMEADO DE
GAVERAS EN GAVEPLAST, VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

EMPRESA: DRIVES & MOTORS S.A

AUTOR: Juan Zabatta

C.I. 22.225.511

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROPUESTA DE MIGRACIÓN DEL SISTEMA EPIS A UN PLC
MICROLOGIX 1200 PARA EL CONTROL DEL PROCESO
DE FLAMEADO DE GAVERAS EN GAVEPLAST,
VALENCIA, EDO. CARABOBO.

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Tutor académico, Ing. Marlene Zambrano C.I.: 7.066.117

Tutor empresarial, Ing. Miguel Vico C.I.: 11.813.773

Drives & Motors, S.A.

AUTOR: Juan Zabatta

C.I. 22.225.511

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394

AGRADECIMIENTO

Antes que nada, quiero agradecerle a Dios, por lo maravillosa que es la vida, por haberme dado la oportunidad de estudiar esta magnífica carrera, por guiar cada uno de mis pasos, por las satisfacciones, las experiencias, los aprendizajes y los conocimientos obtenidos. Le agradezco también por darme la fuerza para realizar las actividades que me gustan, lo más perfectas posible.

También le quiero a agradecer a mis padres, Giuseppe y Marielba, y a mi hermana Adriana, quienes siempre han trabajado duro, y sin importar si llegan cansados de sus trabajos, me han ofrecido lo mejor, a pesar de que mi comportamiento, por lo general, no ha sido el más idóneo; ya que hoy soy quien soy, gracias a que mi familia siempre estuvo ahí para motivarme, reforzándome y corregirme, siendo mi ejemplo a seguir, ayudándome en todo lo posible para alcanzar mis metas y seguir adelante.

En la vida podemos compartir y disfrutar junto a quienes queremos, con algunos más que con otros; así como también podemos ayudar a las personas, si ellas lo permiten, pero también podemos ser ayudados y guiados durante nuestras vidas, es por esto que quiero agradecerle a mis amigos, quienes me acompañaron a lo largo de mi carrera, por motivarme y enseñarme cuando fue necesario, por confiar en mí y corregirme cuando fue requerido, y por comprenderme y apoyarme cuando lo necesité.

Quiero agradecerle a mi tutora académico Marlene Zambrano y a mi tutor empresarial Miguel Vico por guiarme, aconsejarme, enseñarme y corregirme en este camino del informe de pasantías, dedicando su tiempo para ayudarme a perfeccionarlo.

Finalmente quiero agradecerles a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la elaboración de este informe, colaborando directa o indirectamente en la realización del mismo. No puedo decir que la realización de este informe de pasantías ha sido fácil, sin embargo puedo asegurar que he aprovechado este tiempo para llenarme de conocimientos y afianzar los que ya tenía. Es por eso que quiero citar una frase de Ziglar, Z. “La oportunidad para el éxito reside en la persona, no en el trabajo”.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PP.
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I LA EMPRESA	
1.1. Descripción de la empresa.....	3
1.2. Reseña histórica.....	4
1.3. Misión de la empresa.....	4
1.4. Visión de la empresa.....	4
1.5. Políticas de calidad de la empresa.....	5
1.6. Valores de la empresa.....	5
1.7. Objetivos de la empresa.....	6
1.8. Estructura organizativa.....	6
II EL PROBLEMA	
2.1. Planteamiento del problema.....	8
2.2. Formulación del Problema.....	9
2.3. Objetivos de la investigación.....	9
2.3.1. Objetivo general.....	9
2.3.2. Objetivos específicos.....	9
2.4. Justificación de la investigación.....	10
2.5. Alcance.....	10

III	MARCO TEÓRICO	
3.1.	Antecedentes de la investigación.....	11
3.2.	Bases teóricas.....	12
IV	MARCO METODOLÓGICO	
4.1.	Tipo de investigación.....	15
4.2.	Diseño de la investigación.....	16
4.3.	Nivel de la investigación.....	16
4.4.	Fases de la investigación.....	16
4.4.1.	Fase I. Descripción del proceso de flameado de gaveras y su sistema de control actual en Gaveplast.....	17
4.4.2.	Fase II. Determinación de las variables del proceso de flameado de gaveras para el dimensionamiento del PLC y de la HMI.....	17
4.4.3.	Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de migración.....	17
4.4.4.	Fase IV. Diseño de la lógica de control y la programación de la HMI para el proceso de flameado de gaveras	17
V	RESULTADOS	
5.1.	Fase I. Descripción del proceso de flameado de gaveras y su sistema de control actual en Gaveplast.....	19
5.2.	Fase II. Determinación de las variables del proceso de flameado de gaveras para el dimensionamiento del PLC y de la HMI	39
5.3.	Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de migración.....	46
5.3.1.	Factibilidad técnica.....	47
5.3.2.	Factibilidad operativa.....	50
5.3.3.	Factibilidad económica.....	50

5.4. Fase IV. Diseño de la lógica de control y la programación de la HMI para el proceso de flameado de gaveras	52
---	----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

Digitales.....	68
Electrónicas.....	70

ANEXOS

A Código de programación del PLC	
A1 Código de la rutina principal	73
A2 Código de subrutina de preparado automático	76
A3 Código de la subrutina para la retención de gaveras	79
A4 Código de subrutina para el control de la cinta transportadora	81
A5 Código de subrutina de detección de fallas	82
A6 Código de subrutina para el reinicio de las direcciones de escritura	86
A7 Código de subrutina para preparación manual	88
B Ventanas de interfaz gráfica en tamaño real	
B1 Ventana de ingreso y opciones de usuario de la interfaz gráfica	91
B2 Parámetros ajustables en la ventana de proceso	93
B3 Ventanas de alarma	94
C Planos eléctricos	
C1 Alimentación eléctrica del sistema	98
C2 Conexión del variador de velocidad	99
C3 Conexión de selectores para configuración manual/automático	100
C4 Conexión de señalizadores y pulsadores	101
C5 Conexión de conectores de válvula de cilindros neumáticos	102

C6	Conexión de cámaras de mezcla de los quemadores 1 y 2	103
C7	Conexión de cámaras de mezcla de los quemadores 3 y 4	104
C8	Acondicionamiento de señales de salida del PLC, parte 1	105
C9	Acondicionamiento de señales de salida del PLC, parte 2	106
C10	Conexión del autotransformador y monitor de llama 1	107
C11	Conexión del autotransformador y monitor de llama 2	108
C12	Conexión del autotransformador y monitor de llama 3	109
C13	Conexión del autotransformador y monitor de llama 4	110
C14	Conexión de sensores fotoeléctricos y de puertas de seguridad	111
C15	Conexión de sensores finales de carrera y capacitivos del volteador	112
C16	Conexión de puntos comunes del PLC y sus módulos	113
C17	Conexión de alimentación del PLC y sus módulos	114
C18	Panel de control del proceso	115

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	PP.
1	Características de la fuente de alimentación de 24 VDC	28
2	Características del variador de velocidad Keb	28
3	Características de los monitores de llama	29
4	Características de los sensores fotoeléctricos	30
5	Optoacopladores para el control del proceso	31
6	Relé de control para la habilitación de 230 VAC	32
7	Conectores de las válvulas de la cámara de mezcla	32
8	Sensor capacitivo del volteador	34
9	Cilindros neumáticos	34
10	Sensores magnéticos, finales de carrera	35
11	Pulsadores del sistema de control	35
12	Selectores para configuración manual	36
13	Características del selector principal	36
14	Motor de la cinta transportadora	37
15	Válvulas electroneumáticas	37
16	Características de los autotransformadores	38
17	Características de la bocina	38
18	Entradas digitales del controlador actual	39
19	Salidas digitales del controlador actual	42
20	Puntos analógicos del controlador actual	44
21	Dimensiones del PLC y sus módulos de expansión	46
22	Especificaciones técnicas del PLC Micrologix 1200	47
23	Especificaciones técnicas del módulo de entradas digitales	48
24	Especificaciones técnicas del módulo de salidas digitales	48

25	Especificaciones técnicas del módulo analógico	48
26	Especificaciones técnicas de la pantalla HMI	49
27	Costo de materiales y equipos	51
28	Ingresos diarios en condiciones normales de trabajo	51
29	Análisis de costos	52
30	Configuración del PLC y sus módulos en el software Rslogix 500	55
31	Entradas digitales para la migración	55
32	Entradas digitales para la migración	58
33	Salidas analógicas para la migración	61
34	Listado de alarmas programadas en el PLC	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	PP.
1	Organigrama general de la empresa D&M S.A.	7
2	Máquinas productoras de gaveras de la empresa Gaveplast C.A.	20
3	Máquina de impresión en gaveras de la empresa Gaveplast C.A.	20
4	Diagrama del proceso de flameado de gaveras	21
5	Primera etapa del proceso de flameado	21
6	Posición de los quemadores del proceso de flameado de gaveras	22
7	Elementos que componen el quemador	23
8	Perillas de regulación de suministro de aire y gas	24
9	Parte del proceso de flameado	25
10	Sensores de las puertas del proceso de flameado	27
11	Fuente de alimentación de 24 VDC	27
12	Variador de velocidad en el tablero	29
13	Monitores de llama LFE-10	29
14	Conector de Válvula	33
15	Dimensiones del HMI	46
16	Diagrama de flujo general	53
17	Diagrama de flujo para el control del volteador	54
18	Programación en lenguaje de escalera del volteador	62
19	Ventana de proceso.....	64
20	Ventana de alarma F01 en la pantalla HMI	65

INTRODUCCIÓN

El pintado del plástico, en general, se realiza con la finalidad de modificar su aspecto superficial, su brillo o su textura, mejorar su resistencia a la abrasión o al rayado, disimular defectos de moldeo, ampliar su resistencia a los químicos, mejorar su comportamiento a la intemperie y mostrar algún tipo de información, entre otros. Sin embargo, en muchos casos privan razones puramente decorativas y estéticas. El pintado ofrece efectos y acabados no alcanzables de otra forma, con unas características que complementan y superan a las del plástico sin pintar. No obstante, si el sistema elegido para el pintado no es el correcto, esto puede dar origen a unos resultados totalmente opuestos al propósito original. Para efectuar de forma acertada esta elección, deben conocerse las características del plástico a pintar y los requerimientos de los diferentes procedimientos de pintura. Existen diversos métodos de pintado de plástico, cada uno de ellos depende del material plástico, del ambiente al que estará expuesto y del tipo de pintura que se implementará.

En el caso de las gaveras producidas en Gaveplast C.A., el pintado se realiza con el objetivo de mostrar el logotipo de la empresa cliente. Debido a esto, el método que se utiliza para la fijación de la pintura en la gavera es el flameado, el cual se presenta como la mejor alternativa para pre tratar plásticos aumentando sus propiedades de adherencia de la impresión. El objetivo de este proyecto está relacionado con el proceso de flameado de gaveras, el cual presenta un sistema en donde la interface de comunicación hombre-máquina se encuentra averiada y la misma no transmite ninguna información al usuario para corrección del proceso y toma de decisiones.

El trabajo realizado para proponer la solución a este problema está estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I, en el cual se realiza una breve descripción sobre la empresa, su historia, misión, visión, entre otros.

Seguidamente se presenta el capítulo II, en el cual se realiza el planteamiento del problema, los objetivos y se señala la justificación y alcance.

El capítulo III está comprendido por las bases teóricas, en las cuales se sustenta la investigación, y reúne los elementos conceptuales que definen el objeto de estudio.

En el capítulo IV se describe la metodología necesaria para abordar la investigación, especificando el tipo y diseño de la misma y se desglosan las fases metodológicas que se desarrollaron para llevar a cabo el estudio planteado.

Como etapa final, el capítulo V presenta los resultados obtenidos en la ejecución de las fases planteadas en el capítulo IV. Y finalmente se incluyen las conclusiones, las recomendaciones y las referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

Drives & Motors, es una empresa fundada en Valencia Estado Carabobo. Está dedicada a la comercialización de variadores de velocidad, motores eléctricos, relés digitales para protección y control, así como equipos de comunicación para la automatización industrial.

Esta empresa está especializada en la prestación de Servicio Técnico Industrial. Tiene amplia experiencia en el área de importaciones y exportaciones, lo que le ha permitido abarcar distintos mercados internacionales y a su vez, dar una respuesta oportuna a las solicitudes de sus clientes. Además cuenta con el total respaldo y certificación de prestigiosas marcas, líderes en innovación y calidad a nivel mundial, como Fuji Electric, Asea Brown Boveri (ABB) y General Electric.

Su equipo está conformado por ingenieros altamente capacitados para prestar servicio, tanto en sitio como en su taller especializado y certificado, detectar fallas, desarrollar proyectos de automatización y control, prestar servicio de mantenimiento preventivo y correctivo, instalación y puesta en marcha, reparación y programación de variadores de velocidad en AC y DC, tableros eléctricos industriales y equipos eléctricos de protección y control, entre otros.

Su campo de acción abarca el territorio nacional e internacional. Su prioridad es garantizarles a los clientes la mejor solución tecnológica, el respaldo de marcas reconocidas mundialmente, un excelente servicio pre y post venta y la confianza de trabajar con profesionales.

Actualmente Drives & Motors S.A, se encuentra ubicada en la Av. Michelena, C.C. Unicentro, Nivel P.A, Local 5. Zona Ind. Municipal Norte. Valencia Edo. Carabobo. Venezuela.

1.2. Reseña histórica

Drives & Motors, S.A. fundada en 2005, pertenece al Grupo Valectra, el cual está conformado por las empresas Valectra, C.A., Controles Eléctricos Valectra, C.A., Drives & Motors, S.A. y VC Supply S.A. Contamos con una experiencia laboral de más de 40 años en el mercado.

Drives & Motors, S.A., establece relación con General Electric Company para la distribución de sus equipos a nivel nacional, entrenando a su personal de trabajo y representando para la fecha a GE como soporte técnico especializado. Con el fin de ampliar el abanico de productos, suma a su oferta la marca Asea Brown Boveri ABB, recibiendo el respaldo total a nivel nacional e internacional de la marca y certificándose como ABB Value Provider en las áreas de ventas, soporte técnico y servicio técnico especializado, participando en distintos entrenamientos a nivel mundial y formando a su personal. En el 2016, para seguir ampliando su oferta de equipos a los clientes finales, decide incorporar una nueva línea de productos de la marca Fuji Electric Américas, con la finalidad de conseguir alternativas económicas que se adapten al mercado venezolano, manteniendo de igual forma los estándares de calidad que nos caracterizan.

1.3. Misión de la empresa

La misión de la empresa está dirigida a ser “una organización con recurso humano capacitado, tecnología de punta, productos y servicios, especializada en la importación y comercialización de material eléctrico para la automatización de maquinaria industrial, brindando asesoría y servicio técnico de alta calidad y confiabilidad a nuestros clientes”.

1.4. Visión de la empresa

La visión de D&M S.A. está orientada a:

Ser líderes en comercialización en el área de automatización e ingeniería para Venezuela y Latinoamérica. Distinguirnos por ofrecer una excelente calidad de servicio a nuestros clientes, con equipos de alta tecnología que minimicen los

daños al medio ambiente, garantizando a nuestros trabajadores la oportunidad de desarrollarse profesionalmente.

1.5. Políticas de calidad de la empresa

Las principales políticas de calidad de la empresa se listan a continuación:

- Satisfacer los requerimientos y expectativas de los Clientes.
- Implementar y mejorar continuamente la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Promover una cultura organizacional que priorice la participación, la integración, la capacitación, la motivación, la calidad de vida y la seguridad de sus trabajadores y el bienestar de las comunidades.
- Generar relaciones confiables de largo plazo con nuestros proveedores, evaluando la calidad de sus productos y servicios.
- Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los clientes.
- Mejorar constantemente los procesos y servicios incorporando actividades de investigación, innovación y nuevas tecnologías.
- Cumplir la legislación y otros requisitos que suscriba la empresa, en materia laboral, social, de calidad, seguridad y ambiente.

1.6. Valores de la empresa

Los valores que caracterizan a la empresa son los siguientes:

- Rendición de cuentas: Reconocer y asumir la responsabilidad por las acciones, productos, decisiones y políticas. Se puede aplicar tanto a la responsabilidad individual por parte de los empleados y la responsabilidad de la empresa en su conjunto.
- Balance: Adoptar una postura proactiva para crear y mantener un equilibrio entre vida y trabajo para los trabajadores.
- Compromiso: Comprometerse con la empresa en su servicio, y otras iniciativas que tienen un impacto vivo dentro y fuera de la organización.
- Integridad: Actuar con honestidad y el honor, sin comprometer la verdad.
- Propiedad: Cuidar de la empresa y los clientes.

- Entusiasmo: Animar a los empleados a tomar la iniciativa y dar lo mejor. La adopción de un entorno de error abarca a capacitar a los empleados para dirigir y tomar decisiones.
- Seguridad: Garantizar la salud y seguridad de los empleados y de ir más allá de los requisitos legales para proporcionar un lugar de trabajo libre de accidentes.

1.7. Objetivos de la empresa

Los objetivos establecidos por la empresa son siete, estos se presentan a continuación:

- Posicionar el nombre de la compañía.
- Ampliar nuestro campo de comercialización a nivel nacional e internacional.
- Hacer de nuestras marcas comercializadas de gran demanda y que sean reconocidas por su calidad de productos.
- Ser reconocidos por nuestra responsabilidad y garantía en cuanto a prestación de servicio técnico.
- Formar ingenieros especialistas en nuestras marcas.
- Incrementar la productividad.
- Aumentar las ventas.

1.8. Estructura organizativa

La estructura organizativa de la empresa se muestra en la figura 1. La misma está formada por una junta directiva, una gerencia general de área administrativa y la otra del área operativa. De allí se derivan los demás departamentos. Las pasantías se desarrollaran en el departamento de servicio técnico.

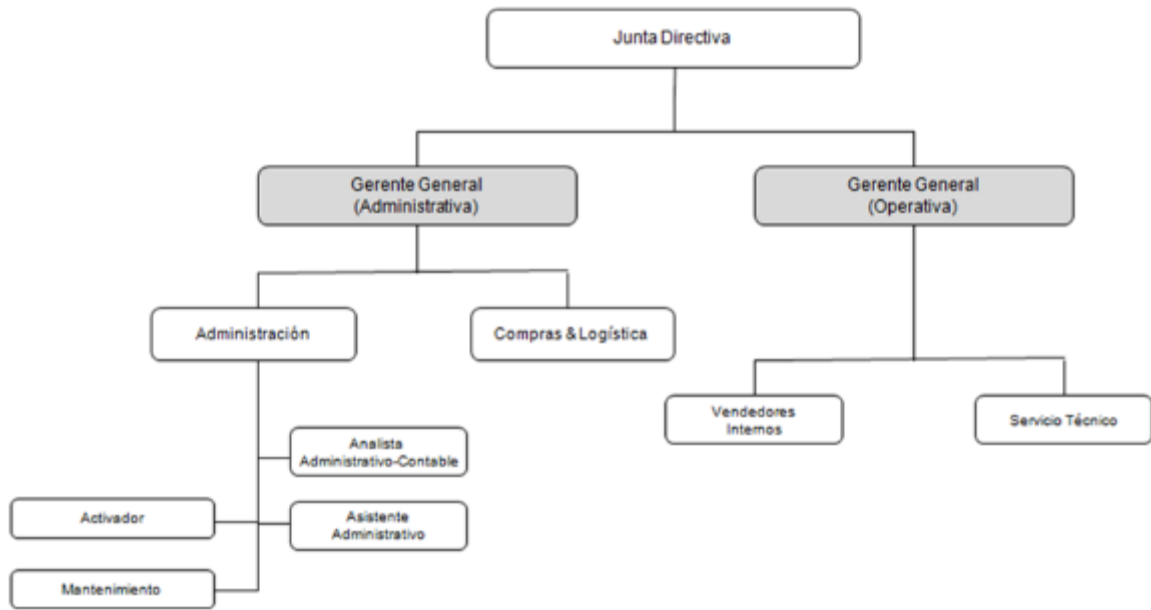


Figura 1. Organigrama general de la empresa D&M S.A.

Fuente: D&M S.A. (2017)

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

Desde hace muchos años, el ámbito industrial tanto a nivel mundial como en Venezuela ha evolucionado, gracias a la aparición de las máquinas eléctricas, las cuales sustituyen y mejoran el trabajo y rendimiento de los procesos que venían realizando manualmente los trabajadores. La utilización de estas máquinas creó la necesidad de construir equipos con los que se pudiera controlar su funcionamiento, logrando así la automatización de las mismas. Esto trajo como consecuencia la mejora de la productividad de las empresas, mayor seguridad para los trabajadores y mayor eficiencia en los procesos.

La automatización de las máquinas se ha popularizado con el uso de los llamados autómatas programables, dispositivos que pueden ser configurados y programados para controlar casi cualquier tipo de equipo o proceso. Existe una amplia oferta de diferentes marcas de autómatas programables que a lo largo del tiempo han ido ampliando sus funcionalidades y bondades técnicas. Uno de los factores determinantes para elegir un autómata programable debe ser la disponibilidad de soporte y servicio técnico de manera inmediata, software de programación abierto y sencillo, capacidad de entrenar al personal de planta en el manejo y funcionamiento del equipo a instalar, entre otras.

Cuando no se cuenta con los factores antes mencionados, se puede presentar el caso de tener un equipo instalado donde no permite el acceso y modificación al proceso de control. Este es el problema que actualmente tiene la empresa Gaveplast, C.A., ya que el proceso de flameado de gaveras posee un controlador marca EPIS, cuya pantalla de visualización se encuentra averiada, lo que no permite leer los mensajes que informan al operador del estado del proceso, ni la sustitución de este repuesto, por estar en periodo de obsolescencia.

La empresa no cuenta con soporte técnico del proveedor original, ni con los elementos que les permitan a los operadores acceder al programa para corregir la situación. Ante esta realidad, la empresa está considerando migrar el autómatas EPIS a uno de la marca Allen Bradley, ya que la misma se encuentra estandarizada en la planta.

Para cumplir con esta misión, Gaveplast contrata a D&M, S.A., la cual debe estudiar el proceso de flameado de gaveras y tomando en cuenta la operación del proceso, cambiar el autómatas programable EPIS por un Micrologix 1200 y una interfaz gráfica, de esta manera las personas directamente involucradas con la fabricación de gaveras puedan configurar, programar, depurar y monitorear el equipo en los casos que sea necesario.

2.2. Formulación del Problema

Por las razones descritas anteriormente surge la siguiente interrogante:

¿De qué manera se puede realizar la migración del sistema EPIS a un Micrologix?

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de migración del sistema EPIS a un PLC Micrologix 1200 para el control del proceso de flameado de gaveras en Gaveplast, Valencia, Edo. Carabobo.

2.3.2. Objetivos específicos

- Describir el proceso de flameado de gaveras y su sistema de control actual en Gaveplast.
- Determinar las variables del proceso de flameado de gaveras para el dimensionamiento del control lógico programable (PLC) y de la interfaz hombre máquina (HMI).
- Analizar la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de migración.
- Diseñar la lógica de control del PLC y de la interfaz hombre máquina para el proceso de flameado de gaveras.

2.4. Justificación de la investigación

Al solucionar el problema que presenta el proceso de flameado de gaveras de Gaveplast C.A., los trabajadores podrán operar el proceso con mayor facilidad y seguridad, evitando así el daño al personal y a los equipos de la empresa por no visualizar los mensajes de alarmas que puedan presentarse en la pantalla. La empresa disminuirá el riesgo de accidente a personas y equipos, minimizando así la cantidad de productos defectuosos. De igual manera, los clientes se benefician al contar con un producto más competitivo en el mercado, tanto en costo como en calidad.

2.5. Alcance

La propuesta de este proyecto abarcará la descripción del proceso de flameado de gaveras, el estudio de las capacidades de los equipos Micrologix 1200 con la inclusión de sus módulos, el análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica con la finalidad de corroborar que el proyecto es viable para la empresa y el diseño tanto de la programación del controlador, utilizando lenguaje escalera y la programación estructurada, como la programación de la interfaz hombre máquina.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Es preciso considerar que para el desarrollo de toda propuesta de ingeniería, es de gran importancia la descripción y análisis de proyectos semejantes, debido a la contribución que puedan aportar para el desarrollo del mismo, es por ello que se analizan diferentes trabajos a nivel nacional e internacional, con uso y características de migración de un sistema de control a otro, para considerar lo mejor de cada uno de ellos.

Fernández, J. (2015) con su trabajo titulado **“Migración sistema dosificación de materias primas”**. Presentado en la Universidad de Oviedo, España, con la finalidad de obtener el título master en ingeniería de automatización e informática industrial. El mismo está orientado a la necesidad de migrar de un PLC 5 de Allen Bradley, a un PLC Micrologix 5000 de la misma compañía, en la planta de dosificación de materias primas Assembly Antierr. Esto trae como consecuencia la modificación de todo el programa de control, afectando también al SCADA por la necesidad de modificar los tags que hacen referencia al PLC. Esta migración se elabora con la finalidad de obtener un control moderno, más rápido y versátil, puesto que el anterior controlador llevaba 25 años en funcionamiento.

Este trabajo es de gran utilidad para la presente investigación debido a que consiste en la migración de un sistema de control antiguo a un PLC moderno de la marca Allen Bradley, con la velocidad de mejorar y actualizar el proceso tratado.

Así mismo, Torres, E. (2017) con su trabajo titulado **“Propuesta de migración del sistema de control Fertron a un PLC Siemens en el tándem de molino A del Central Azucarero Portuguesa, C.A”**. Presentado en la universidad José Antonio Páez, San diego, estado Carabobo, para obtener el título de ingeniero en electrónica. Este proyecto está orientado a la migración de un sistema Fertron a un PLC Siemens, siendo este un S7-300

diseñado para aplicaciones de gama media. Debido a que la empresa posee controladores PHC, Delta V y PLC Siemens en sus procesos, tiene como consecuencia una no estandarización de controladores, además de esto, le resulta muy costoso el mantenimiento del controlador PHC-400 puesto que está discontinuado y eventualmente presenta problemas de comunicaciones con el resto de los controladores, esto lleva a la empresa la necesidad de migrar de un controlador Fertron a otro controlador, siendo las dos opciones posibles, un controlador Delta V o un PLC siemens, donde se determinó mediante un estudio de costos de migración que el PLC siemens era la opción más factible.

Esta investigación guarda relación con la presente propuesta, debido a que se propone la migración de un sistema de control obsoleto a un PLC moderno, el cual es la mejor opción económicamente factible, entre los equipos estandarizados en las instalaciones.

Finalmente, Sarango, E. (2017) con su trabajo titulado **“Modernización del sistema de control del caldero Vyncke utilizado para calentamiento de aceite térmico en la fábrica Aglomerados Cotopaxi S.A.”**. Presentado en la Escuela Politécnica Nacional de Quito, para obtener el título de ingeniero en electrónica y control, el cual está orientado a la migración de un PLC S5 a un autómatas S7-300 diseñado para aplicaciones de gama media. Esto se debe a que un problema puntual antiguo, en el PLC 5 que controlaba el proceso de calentamiento de aceite, que provocó un paro en la producción de toda la planta, lo que persuadió a los supervisores a realizar la modernización. Con dicha migración se integró la lógica de control electromecánica y los controladores electrónicos, así mismo se diseñó un nuevo sistema de alimentación. Además para monitoreo y supervisión de las señales y alarmas del proceso, se diseñó un sistema SCADA.

Este trabajo es de gran utilidad para la presente investigación debido a que consisten en la modernización de un sistema de control, con la finalidad de solucionar las fallas presentadas por el mismo y de esta manera, ahorrar costos de accidentes.

3.2. Bases teóricas

Las bases teóricas según Arias, F (2016), constituyen “Un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar

el fenómeno o problema planteado”. Debido a lo anteriormente mencionado, a continuación se explicaran los aspectos más importantes sobre el flameado de superficies plásticas, lo cual es indispensable para el entendimiento de este proyecto.

El flameado

La superficie de los productos plásticos requiere de un tratamiento posterior al moldeo para permitir otras operaciones como la pintura, el metalizado o la impresión, o con el fin de mejorar sus características eléctricas o de algún otro tipo. En este trabajo nos centramos en el método de tratamiento de plástico por flameado; la eficacia de la llama de gas se consigue, más que por el calor, por la provisión de electrones e iones que producen la oxidación de las moléculas superficiales, lo que permite la adherencia de la pintura.

En los años 50, este método se empleaba mucho para el tratado de las películas de polietileno. La flama nace por una mezcla entre gas y aire, la cual se obtenía por medio de una válvula mezcladora y usando gas propano doméstico combinado con aire a presión se regulaba la mezcla. La posición del quemador se ajustaba de manera que la flama tocara la película, el tratamiento se corroboraba con una prueba de tinta. El rodillo se refrigeraba entre 7-10 °C.

Actualmente el proceso de flameado no es muy utilizado puesto que los avances en la tecnología han facilitado otra diversidad de métodos para tratamiento de plástico, como lo son principalmente el método de tratamiento por agentes químicos y el método de tratamiento por alto voltaje o plasma. Sin embargo aún se emplea el tratamiento por flameado, donde los fabricantes de quemadores se preocupan por mejorar sus equipos dando una mayor profundidad del tratamiento, mejorando la uniformidad y un control positivo de las variables que intervienen, como son:

- a) Forma de la flama, que debe ser uniforme y continua a lo largo del quemador, un diseño adecuado del equipo logra satisfacer esta condición.
- b) Control de la mezcla aire/gas, este parámetro es el que mide la calidad del plasma que la flama produce, se logra midiendo la energía del plasma en una celda de muestreo y realimentando esta información a un mando que corrige las variaciones.

c) Posición de la flama con respecto a la banda, lo que hace referencia a la posición que debe tener el quemador con respecto a la película, una buena posición permite un contacto continuo y uniforme sobre la superficie.

Cuando la velocidad de la cinta transportadora es alta, esta arrastra aire y puede ser que la flama no llegue a penetrar esa capa, por lo que es necesario corregir la posición del quemador, moviendo el ángulo de incidencia.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de investigación

Esta investigación se encuentra bajo el enfoque de proyecto factible, debido a que propone soluciones prácticas al problema presentado en el proceso de flameado de gaveras en Gaveplast C.A. En este sentido, la UPEL (2016) define el proyecto factible como “un estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales”(p.7). La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades.

De las definiciones anteriores se resume que, un proyecto factible consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener la empresa. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema previamente detectado en el medio.

Así mismo, Gaveplast presenta problemas con el control del proceso de flameado de gaveras, situación a la que se dará respuesta desarrollando la propuesta de migración del sistema EPIS a un Micrologix 1200 e incorporando una pantalla HMI. Se estudian las características y la situación actual del proceso de flameado de gaveras en Gaveplast C.A. A su vez se diseña la programación del PLC y la pantalla HMI para el correcto funcionamiento del proceso de flameado de gaveras. Con ello se corrigen los problemas actuales en los equipos que incorporan el control del proceso y se reestablece la producción de gaveras en Gaveplast C.A.

4.2. Diseño de la investigación

El siguiente trabajo implica una investigación de campo, definida por el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la UPEL (2016) de la siguiente manera:

Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de la investigación conocidos o en desarrollo (p.18).

Bajo estos parámetros, el diseño de esta investigación es de campo, ya que se recogerán datos directamente del sitio a trabajar, observando de manera directa los hechos en el proceso de flameado.

4.3. Nivel de la investigación

Así mismo, este trabajo de grado es descriptivo, según Arias (2016) la investigación de tipo descriptiva “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (p. 24). Basado en lo anterior, este estudio se considera descriptivo, ya que se detallan los requerimientos y elementos del proceso, para caracterizar el sistema de control de flameado y de ese modo establecer un comportamiento en un tiempo y espacio específico, para la búsqueda de la solución de la problemática planteada. Así como también, se describe la programación del equipo Micrologix 1200 y la del HMI que se implementaran en el proceso de flameado de gaveras en Gaveplast C.A.

4.4. Fases de la investigación

Las fases metodológicas están destinadas a determinar los pasos y el procedimiento exacto que debe seguir la investigación de este trabajo de grado desde el principio hasta la realización del proyecto. Estas fases fueron establecidas según el investigador, las cuales son:

4.4.1. Fase I. Descripción del proceso de flameado de gaveras y su sistema de control actual en Gaveplast

La investigación se inicia con la obtención de la información, conformada por los datos esenciales e importantes que son necesarios para llevar a cabo el estudio referente a las características del proceso y su sistema de control como lo son: el controlador lógico programable actual, los sensores utilizados, los actuadores existentes, la secuencia de operación del proceso de flameado y la seguridad del proceso ante fallos o pasos incorrectos.

4.4.2. Fase II. Determinación de las variables del proceso de flameado de gaveras para el dimensionamiento del PLC y de la HMI

En esta fase de la investigación incluye:

- Estudio de la cantidad y las características de los elementos del proceso para poder seleccionar el PLC
- Selección del PLC, sus módulos y la pantalla HMI más adecuados a los requerimientos del proceso y de los usuarios, con la finalidad de reemplazar al sistema actual.

4.4.3. Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de migración

En esta fase de la investigación, se desarrollará el análisis detallado para comprobar si es viable el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo y económico.

4.4.4. Fase IV. Diseño de la lógica de control y la programación de la HMI para el proceso de flameado de gaveras

Esta fase incluye las siguientes actividades:

- Desarrollo de la programación del PLC y diseño de la interfaz gráfica adaptada al programa diseñado.
- Diseño de los planos eléctricos finales, correspondientes al sistema de control al que se migrará.

- Simulación del sistema de control y la interfaz hombre máquina, para garantizar una futura implementación sin ningún inconveniente.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al ejecutar cada una de las fases establecidas previamente en la metodología, que se plantearon para la elaboración de la propuesta de migración del sistema de control EPIS a un PLC Allen Bradley. A continuación, se describe cada una de las cuatro fases que componen el proyecto:

5.1. Fase I. Descripción del proceso de flameado de gaveras y su sistema de control actual en Gaveplast

Antes de comenzar a describir el proceso de flameado, es importante destacar que Gaveplast cuenta con una diversidad de máquinas que fabrican productos derivados del plástico, entre estos se encuentran las gaveras, tanto para Cervecería Regional, como para Cervecería Polar y para CocaCola. Las máquinas que las producen (ver figura 2) descargan las gaveras ya listas a una cinta transportadora, la cual lleva todas las gaveras hasta el proceso de flameado, para luego entrar al proceso de impresión (ver figura 3).

El proceso de flameado, se observa en la figura 4. Este se inicia con la llegada de las gaveras a través de una cinta transportadora general y de allí pasan a la cinta transportadora del proceso como tal. En la primera etapa (ver figura 5), se efectúa la retención de todas las gaveras que van llegando, con el fin de controlar el suministro de estas al proceso, esto se logra utilizando dos sensores fotoeléctricos y dos cilindros neumáticos de doble efecto; el primer sensor fue inhabilitado por los operadores puesto que no cumplía ninguna función en el lugar donde se encuentra; el segundo sensor le avisa al controlador, si la gavera aún está frente a los quemadores.



Figura 2. Máquinas productoras de gaveras de la empresa Gaveplast C.A.

Fuente: Elaboración propia (2017)



Figura 3. Máquina de impresión en gaveras de la empresa Gaveplast C.A.

Fuente: Elaboración propia (2017)

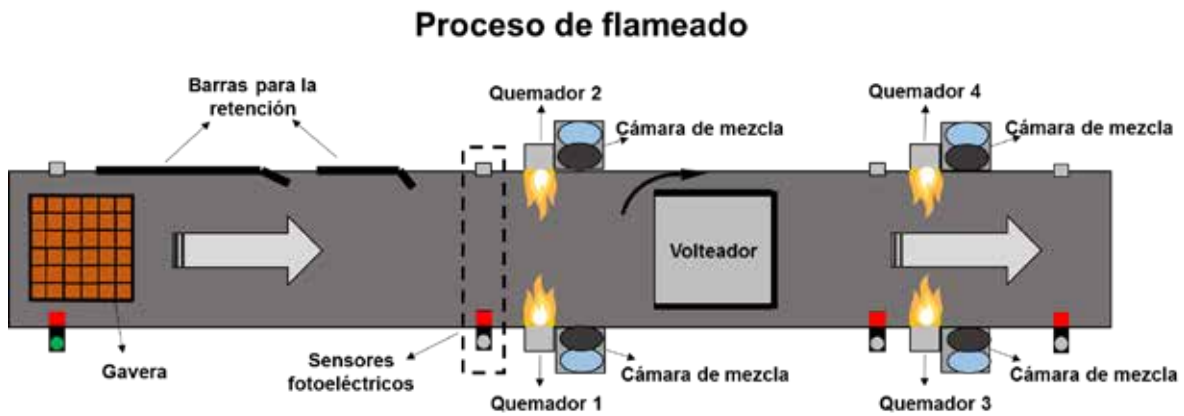


Figura 4. Diagrama del proceso de flameado de gaveras

Fuente: Elaboración propia (2017)



Figura 5. Primera etapa del proceso de flameado

Fuente: Elaboración propia (2017)

Por otra parte, cada cilindro acciona una barra horizontal sobre la cinta, logrando así el bloqueo de las gaveras; el primer cilindro deja pasar una gavera y retiene el resto en caso de que el segundo cilindro ya tenga una gavera; el segundo cilindro mantiene una gavera retenida, esperando para ser liberada en el momento en el que el segundo sensor fotoeléctrico indique que ya la gavera anterior paso frente a los quemadores 1 y 2.

Una vez hecha la retención y el control de suministro de gaveras, vienen los quemadores 1 y 2, estos quemadores flamean dos de los cuatro laterales de las gaveras. Es importante saber que los quemadores se encuentran a cada lado de la cinta, fijados verticalmente sin ningún tipo de inclinación ni movimiento (ver figura 6). De igual manera ocurre con los quemadores 3 y 4. Cabe destacar que todos los quemadores del proceso mantienen una llama constante, es decir, se encienden al iniciar el proceso y se apagan al finalizar el mismo, o en caso de presentarse alguna falla.

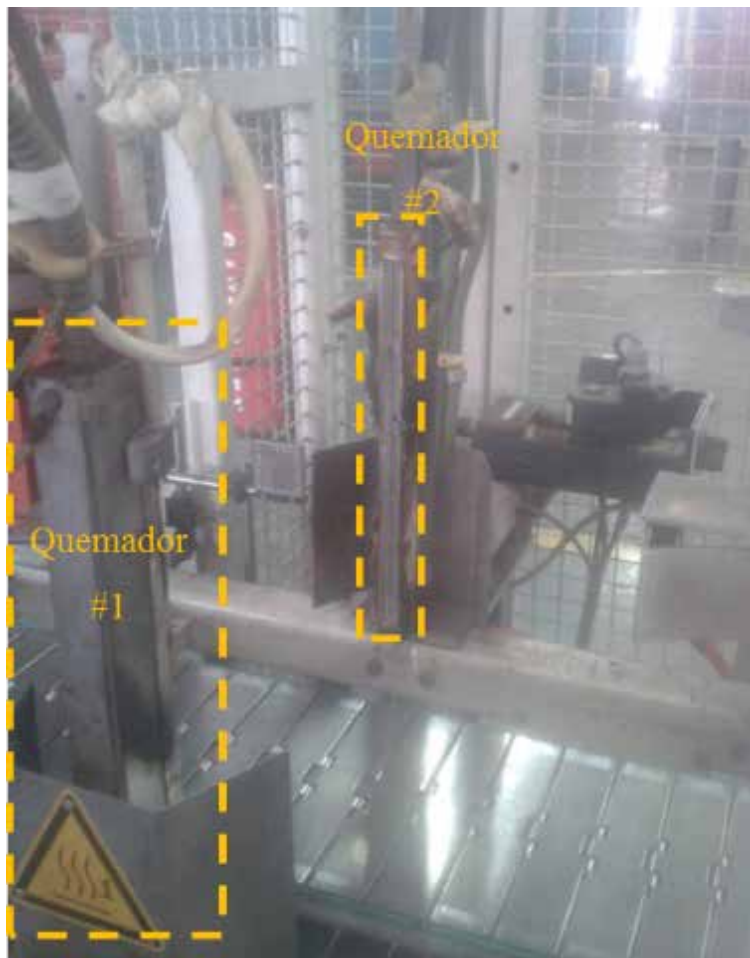


Figura 6. Posición de los quemadores del proceso de flameado de gaveras

Fuente: Elaboración propia (2017)

En el mismo orden de ideas, el controlador en modo automático enciende los quemadores, generando chispas, una vez que se hayan abierto las válvulas de gas y aire comprimido. Adicionalmente cada quemador cuenta con un interruptor para encender de manera manual (ver figura 7), una vez se haya colocado el controlador en este modo de funcionamiento. El modo manual se utiliza en caso de que falle el encendido de una de las llamas, cuando el control se encuentra en modo automático.



Figura 7. Elementos que componen el quemador

Fuente: Elaboración propia (2017)

Es importante mencionar que, las llamas de los quemadores son una combinación de gas propano y aire comprimido, por lo tanto, cada quemador cuenta con dos perillas, con la finalidad de que el operador ajuste la proporción aire/gas tal como se muestra en la figura 8. Este ajuste es mecánico, por lo que el controlador no recibe algún tipo de señal eléctrica proveniente de dicha proporción. En este caso, el controlador se encarga de operar las cámaras de mezcla, las cuales abre al inicio del proceso, y cierra al finalizar el mismo o al

presentarse alguna falla en el sistema. Adicionalmente cada quemador cuenta con un monitor de llama, estos utilizan sensores iónicos para conocer el estado de la llama, el controlador le indica al detector que generó la chispa para encender la llama, si transcurren 10seg y el detector no censa la presencia de la llama, este indica una falla.



Figura 8. Perillas de regulación de suministro de aire y gas

Fuente: Elaboración propia (2017)

Una vez que las gaveras pasan por los dos primeros quemadores son volteadas 90° horizontalmente, con la finalidad de flamear los dos laterales restantes. Esto se logra con un volteador el cual se puede observar en la figura 9, que cuenta con dos cilindros de doble efecto, accionados cada uno, por una válvula electroneumáticas de cinco vías y dos posiciones, con retorno por muelle, las cuales están gobernadas por el controlador. La primera válvula se encarga de controlar el cilindro que sube y baja el volteador, dicho cilindro

es de movimiento lineal, mientras que la segunda válvula se encarga del segundo cilindro, el cual es de movimiento rotativo y gira 90° el volteador.

Inicialmente el volteador se encuentra arriba y en posición de entrada de la gavera; cuando la gavera pasa por los primeros dos quemadores, el controlador acciona la primera válvula para bajar el volteador. Al llegar la gavera al volteador, se activa un sensor capacitivo, el cual le indica al controlador que la gavera está en posición de volteo, por lo que éste acciona la segunda válvula para que el volteador gire 90° con la gavera. Si los quemadores 3 y 4 están desocupados, el controlador desactiva la primera válvula para subir el volteador. Después que el volteador este arriba, se desactiva la segunda válvula para volver a la posición inicial y repetir el ciclo.

Al salir las gaveras del volteador, pasan por los quemadores 3 y 4, los cuales flamean los dos laterales restantes de la gavera. Los quemadores 3 y 4 (ver figura 9), son iguales a los quemadores 1 y 2, en todo sentido. Además, en esta etapa se cuenta con dos sensores fotoeléctricos, el primer sensor se encuentra antes de los quemadores y el segundo sensor después de los quemadores, estos dos sensores indican si la gavera salió del volteador y del proceso sin ningún problema o si se quedó atascada.

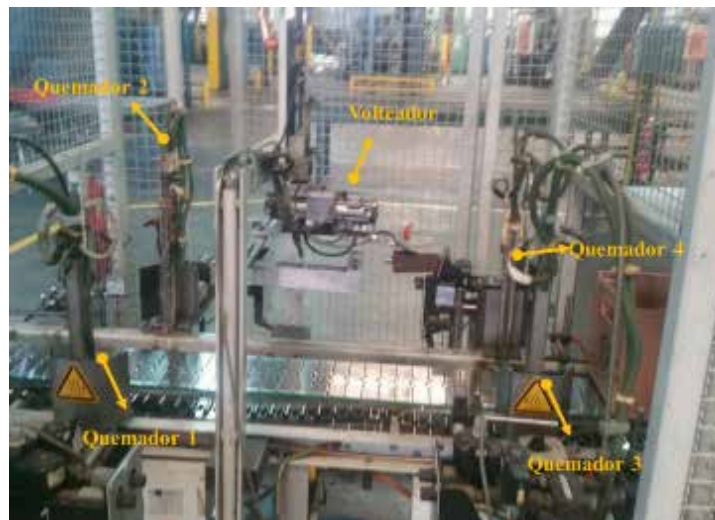


Figura 9. Parte del proceso de flameado

Fuente: Elaboración propia (2017)

En el proceso de flameado de gaveras de Gaveplast C.A. el voltaje utilizado para los elementos del sistema de control es de 24 VDC, a excepción de la referencia de velocidad para el variador de frecuencia, la cual es una señal analógica de voltaje de 0 a 10 VDC; este variador de frecuencia se utiliza para ajustar la velocidad del motor de la cinta transportadora, el cual es un motor de 0,25 KW, su alimentación es trifásica de 230 VAC y la velocidad nominal es 1750 rpm, dicha velocidad es importante debido a que los operadores necesitan ajustar por pantalla, durante el funcionamiento, la velocidad de la cinta transportadora, utilizando una escala de 0 a 100 por ciento.

Por otra parte, los cuatro monitores de llama funcionan a 230 VAC, y disponen de una salida a contacto seco de relé, que puede ser conectada al controlador. Las válvulas que habilita el controlador para surtir aire y gas a las cámaras de mezcla funcionan con 24 VDC, sin embargo, las chispas que encienden las llamas son de 230 VAC, para ellas se utilizan opto acopladores que aíslan los 24 VDC del control y los 230 VAC de la chispa.

En cuanto a las alarmas, son visuales y auditivas, en caso de que ocurra alguna de las siguientes situaciones no deseadas, se apagan las llamas y se detiene el proceso:

- Falla del variador de velocidad
- No encienda algún quemador
- Se abran las puertas de seguridad del proceso
- Una gavera se atasca

La alarma sonora se puede deshabilitar mediante la pantalla y teclado del controlador EPIS, así como también se puede reiniciar el proceso una vez corregida la falla. Actualmente los sensores de las puertas (ver figura 10), fueron inhabilitados por los operadores, ya que no siempre que se abrían las puertas el proceso se debía detener por completo, puesto que dentro de la jaula de protección también se encuentran algunos interruptores para el control de la máquina. Al tener las puertas abiertas no se podía operar la maquina; debido a esto los operadores solicitaron la posibilidad de habilitar y deshabilitar, por pantalla, el hecho de que abrir las puertas sea o no una alarma en el sistema, que amerite detener el proceso.



Figura 10. Sensores de las puertas del proceso de flameado

Fuente: Elaboración propia (2017)

El proceso de flameado de gaveras cuenta con dispositivos eléctricos y neumáticos para realizar el control, sus características más importantes se dan a conocer a continuación. En la figura 11 se muestra la ubicación de la fuente de alimentación en el tablero y en la tabla 1 se presentan sus características más importantes.



Figura 11. Fuente de alimentación de 24 VDC

Fuente: Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 1. Características de la fuente de alimentación de 24 VDC

Fuente de alimentación	
Marca	Siemens
Modelo	6EP1334-2BA01
Tensión de alimentación	170 a 264 VAC
Frecuencia de entrada	50/60 Hz
Tensión de salida	24 VDC
Corriente de salida	Max. 12 A
Temperatura ambiente	-40 a 85 °C
Grado de protección	IP20

Fuente: Hoja de datos de fuente de alimentación Siemens (2012)

El proceso cuenta con un variador de velocidad para controlar la cinta transportadora, en la tabla 2 se dan a conocer sus características más importantes y en la figura 12 se muestra una imagen del mismo.

Tabla 2. Características del variador de velocidad Keb

Variador de velocidad	
Marca	Keb
Modelo	05F5B3A-090A
Tensión de alimentación	1x 180 a 260 VAC 50/60 Hz
Tensión de salida	3x 0 a 220 VAC
Frecuencia de salida	0 a 400 Hz
Potencia	0,37 KW
Corriente	4,6 A
Entrada analógica	0 a 10 V
Grado de protección	IP20

Fuente: Manual Combivert F5 (s.f.)



Figura 12. Variador de velocidad en el tablero

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 3, se observan las características de los cuatro monitores de llama, su función es indicar si una llama no enciende o si se apaga repentinamente, el modelo utilizado funciona con sensores iónicos para la detección de la misma. En la figura 13 se muestra la ubicación de estos en el tablero de control.



Figura 13. Monitores de llama LFE-10

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 3. Características de los monitores de llama

Monitores de llama	
Marca	Siemens
Modelo	LFE10
Tensión de alimentación	220 a 240VAC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Fusible primario	Máx. 10 A
Consumo propio	4,5 VA
Carga de contacto admisible	Máx. 2 A
Grado de protección	IP40
Posición de montaje	Cualquiera
Elemento de medición	Sensor iónico

Fuente: Manual Siemens (2016)

El proceso de flameado de gaveras cuenta con cuatro sensores fotoeléctricos, de los cuales tres, son de la marca Visolux, estos sensores detectan la posición de las gaveras a lo largo del proceso; el otro sensor es de la marca Sick, su función es detectar gaveras en la entrada del proceso. En la tabla 4 se observan sus características más importantes.

Tabla 4. Características de los sensores fotoeléctricos

Sensor fotoeléctrico		
Marca	Visolux	Sick
Modelo	RLK39-54-Z/31/40a/116	W8 series
Tensión de alimentación	12 a 240 VDC 24 a 240VAC (50/60 Hz)	10 a 50 VDC
Tensión de salida	Max. 240VAC o 150 VDC	Max. 50 VDC
Tipo de salida	Contacto de relé (NO)	Contacto de relé (NO)

Tabla 4. Cont.

Tipo de luz	Luz roja, visible	Luz roja, visible
Rango de efecto	0 a 7 m	0 a 10 m
Objeto de referencia	H85-2 reflector	Reflector
Temperatura ambiente	-25 a 55 °C	-
Grado de protección	IP67	IP67

Fuente: Manual Pepperl+Fuchs (2017) y Sick (2012)

El proceso cuenta con ocho optoacopladores, de los cuales cuatro son modelo 50040, utilizados para enviar una señal de control a los conectores de las cámaras de mezcla de aire/gas; los otros cuatro son utilizados para activar los autotransformadores y generar las chispas, por su ubicación en el tablero, no es posible leer cuál es su modelo. En la tabla 5 se muestran las características más resaltantes.

Tabla 5. Optoacopladores para el control del proceso

Optoacoplador		
Marca	Murr elektronik	Murr elektronik
Modelo	50040	-
Tensión de alimentación	10 a 53 VDC	24V DC
Tensión de salida	4,5 a 48 VDC	24 a 280 VAC
Corriente de salida	Max. 4 A	Max. 4 A
Tipo de salida	Transistor	Transistor
Temperatura ambiente	-20 a 60 °C	-20 a 60 °C

Fuente: Murr elektronik (s.f.)

En la tabla 6 se muestran las características de los relé utilizados, su función es recibir la señal del controlador y habilitar los 230 VAC para la chispa de los quemadores y los

monitores de llamas, una vez habilitados los 230 VAC, actúan los optoacopladores antes mencionados.

Tabla 6. Relé de control para la habilitación de 230 VAC

Relé	
Marca	Murr elektronik
Modelo	51540
Tensión de alimentación	24 VAC/DC
Tensión de salida	250 VAC/DC
Corriente de salida	Max. 5 A
Temperatura ambiente	-20 a 50 °C

Fuente: Murr elektronik (s.f.)

Los conectores de válvulas, son doce, su función es la activación de las válvulas en las cámaras de mezcla y las válvulas electroneumáticas de los cilindros de doble efecto, tanto los de retención, como los del volteador; sus características se muestran en la tabla 7 y se pueden observar uno de ellos en la figura 14.

Tabla 7. Conectores de las válvulas de la cámara de mezcla

Conectores de válvulas	
Marca	Murr elektronik
Modelo	7000-41961
Tensión de alimentación	24 VAC/DC
Corriente máxima	4 A
Circuito interno	A base de optoacopladores
Temperatura ambiente	-25 a 85 °C
Grado de protección	IP67

Fuente: Murr elektronik (s.f.)



Figura 14. Conector de Válvula

Fuente: Elaboración propia (2017)

En el volteador se encuentra un sensor capacitivo, el cual detecta que una gavera está en posición de volteo, sus características se muestran en la tabla 8. Por el desgaste que ha tenido, su modelo y marca no se pueden visualizar.

Tabla 8. Sensor capacitivo del volteador

Sensor capacitivo	
Marca	-
Modelo	-
Tensión de alimentación	10 a 30 VDC
Rango de efecto	0 a 20 mm
Temperatura ambiente	-25 a 55 °C
Grado de protección	IP67

Fuente: Datos de etiqueta (s.f)

De igual manera, el volteador cuenta con dos cilindros de doble efecto de la marca Aventics GmbH, uno de movimiento rotativo modelo TRR series y el otro lineal modelo RPC series, sus características se muestran en la tabla 9, además el proceso cuenta con otros dos cilindros para las barras de retención de gaveras, éstos de igual manera son de movimiento lineal, del modelo RPC series.

Tabla 9. Cilindros neumáticos

Cilindros neumáticos		
Marca	Aventics GmbH	Aventics GmbH
Modelo	TRR series	RPC series
Tecnología	De cremallera, doble efecto	Doble efecto
Movimiento	Rotativo	Lineal
Carrera	No especificado	0 a 120 cm
Par de giro teórico	6,3 bar	6,3 bar
Material	Aluminio	Acero inoxidable
Temperatura ambiente	-20 a 80 °C	-20 a 80 °C

Fuente: Catalogo TRR (2017) y RCP (2017)

Así mismo, el cilindro TRR series cuenta con dos sensores magnéticos modelo series CB1, el cilindro RCP series cuenta con un sensor magnético modelo Series CN2, estos sensores son finales de carrera de los cilindros neumáticos, las características de estos se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Sensores magnéticos, finales de carrera

Sensores magnéticos		
Marca	Aventics Gmbh	Aventics Gmbh
Modelo	Series CB1	Series CN2
Voltaje de operación	10 a 27 VDC	10 a 30 VDC
Corriente de operación	30 mA	200 mA
Tipo de salida	Contacto NO	Contacto NO
Grado de protección	IP65	IP67

Fuente: Catalogo TRR (2017) y RCP (2017)

El sistema de control también cuenta con otros tres pulsadores, entre los cuales está el de parada de emergencia con cabeza fungiforme, el de iniciar y detener el proceso, estos últimos son pulsadores rasantes. En la tabla 11 se muestran sus características eléctricas.

Tabla 11. Pulsadores del sistema de control

Pulsadores		
Marca	Eao france	Emas
Tensión de alimentación	250 VAC/DC	250 VAC/DC
Forma del pulsador	Cabeza fungiforme	Rasante
Color	Rojo	Verde / rojo
Grado de protección	IP67	IP20

Fuente: Datos de etiqueta (s.f.)

Para la configuración manual automático se utiliza un selector Siemens, el cual enviara un cero lógico al controlador para configuración automática y un uno lógico para configuración manual, así mismo para el encendido manual de las llamas se utilizan cuatro selectores Aignep, los cuales enviaran un uno lógico al controlador para encender la llama, sus características se muestran en la tabla 12, por el uso y desgaste no se pueden apreciar los modelos.

Tabla 12. Selectores para configuración manual

Selectores para configuración manual		
Marca	Aignep	Siemens
Tensión de alimentación	0 a 250 VAC/DC	0 a 240 VAC/DC
Corriente de alimentación	Max. 4 A	Max. 4 A
Grado de protección	IP20	IP20

Fuente: Datos de etiqueta (s.f.)

A parte de estos selectores, el proceso cuenta con otro selector para energizar el sistema, sus características se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Características del selector principal

Selector principal	
Marca	Eao france
Tensión de alimentación	0 a 400 VAC
Corriente de alimentación	20 A
Grado de protección	IP20

Fuente: Datos de etiqueta (s.f.)

Las características más importantes del motor de la cinta transportadora, se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Motor de la cinta transportadora

Motor de la cinta transportadora	
Marca	-
Tensión de alimentación	3~ 230 VAC
Potencia nominal	0,25 KW
Velocidad nominal	1750 rpm
Grado de protección	IP55

Fuente: Datos de placa (s.f.)

A continuación, en la tabla 15, se muestran las características de las cuatro válvulas electroneumáticas que accionan los cilindros neumáticos de los dos retenedores de gaveras y los dos cilindros neumáticos que le dan el movimiento al volteador, el controlador utiliza los conectores de válvula a base de optoacopladores, descritos anteriormente, para conectarse con estas cuatro válvulas.

Tabla 15. Válvulas electroneumáticas

Válvulas electroneumáticas	
Marca	-
Código	781512400600
Tensión de alimentación	24 VDC
Tipo de válvula	Solenoide 5/2
Rango de presión	2 a 10 bar
Potencia	2 W
Tipo de accionamiento	Eléctrico
Tipo de retorno	Muelle
Grado de protección	IP65

Fuente: Datos de etiqueta (s.f.)

En la tabla 16, se muestran las características eléctricas más importantes de los autotransformadores, estos son utilizados para generar la chispa que enciende las llamas de los quemadores, esta chispa es generada mediante un arco eléctrico formado por un electrodo y una conexión a tierra del mismo autotransformador.

Tabla 16. Características de los autotransformadores

Autotransformador	
Marca	-
Código	498609912000
Tensión de alimentación	230 VAC
Tipo de elemento	Transformador de ignición
Código de protección	IP65

Fuente: Datos de etiqueta (s.f.)

Las características eléctricas más importantes que posee la bocina se pueden observar en la tabla 17, la cual es utilizada por el controlador para dar una señal de alarma sonora, al personal de la empresa, en caso de ocurrir alguna falla en el proceso de flameado, ésta alarma sonora puede ser apagada por medio de la interfaz gráfica.

Tabla 17. Características de la bocina

Bocina	
Marca	Kacon
Modelo	HRB-PS52
Tensión de alimentación	24 VDC
Código de protección	IP40

Fuente: Datos de etiqueta (s.f.)

Este proceso funciona bien de la manera en la que se encuentra construido y programado actualmente, a excepción de la pantalla del controlador que se encuentra averiada. Dado que la pantalla es el único elemento que le permite al operador interactuar con el sistema, y que el sistema actual es obsoleto y no se encuentra sustituto de la misma marca en el mercado nacional, es necesario hacer la migración a un equipo más actualizado, disponible en el país, que permita realizar el control del proceso, los ajustes de operación, el monitoreo de las variables del mismo. Esto también permitiría mejorar algunos aspectos que no estaban contemplados, tales como:

- El ajuste por pantalla de la velocidad de la cinta, en escala de 0 a 100%.
- La habilitación o deshabilitación, por pantalla, de los sensores de las puertas de protección.
- Mover el primer sensor fotoeléctrico, para que quede justo al frente de la primera barra horizontal.

5.2. Fase II. Determinación de las variables del proceso de flameado de gaveras para el dimensionamiento del PLC y HMI

Como se mencionó anteriormente, en el proceso de flameado hay elementos que funcionan con voltajes distintos a 24 VDC, sin embargo, hay dispositivos intermediarios que cambian la señal de 24 VDC para adecuarla a la que necesita el elemento final de control. En la tabla 18, se presenta el listado de las variables de entradas digitales al controlador actual.

Tabla 18. Entradas digitales del controlador actual

Entradas digitales 22/32		
Dirección	Función	Dispositivo
I0.0	Reinicia el proceso	Pulsador NO, marca Emas, azul
I0.1	Inicia el proceso	Pulsador NO, marca Emas, verde
I0.2	N/A	Reserva

Tabla 18. Cont.

I0.3	Indica al controlador si una gavera está frente a los quemadores 1 y 2	Sensor fotoeléctrico Visolux, modelo RLK39-54-Z/31/40 ^a /116
I0.4	Indica al controlador si el volteador está arriba	Sensor magnético marca Aventics GmbH, modelo CN2 series
I0.5	Indica al controlador si una gavera está en posición de volteo	Sensor capacitivo modelo y marca ilegible, tensión de alimentación 10 a 30 VDC, rango de efecto 0 a 20 mm
I0.6	Indica al controlador si el volteador está en posición de entrada de gavera	Sensor magnético marca Aventics GmbH, modelo CB1 series
I0.7	Indica al controlador si el volteador está girado 90°	Sensor magnético marca Aventics GmbH, modelo CB1 series
I1.0	Indica al controlador si hay una gavera frente a los quemadores 3 y 4	Sensor fotoeléctrico Visolux, modelo RLK39-54-Z/31/40 ^a /116
I1.1	Indica al controlador si una gavera está en la entrada del proceso	Sensor fotoeléctrico Sick, modelo W8 series, actualmente desconectado
I1.2	Indica al controlador si una gavera está en la salida del proceso	Sensor fotoeléctrico Visolux, modelo RLK39-54-Z/31/40 ^a /116
I1.3	N/A	Reserva
I1.4	N/A	Reserva
I1.5	Indica al controlador si hay falla en la llama 1	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I1.6	Indica al controlador si hay falla en la llama 2	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I1.7	Indica al controlador si hay falla en el variador de velocidad	Variador de velocidad, Keb modelo 05F5B3A-090 ^a

Tabla 18. Cont.

I2.0	N/A	Reserva
I2.1	Indica al controlador falla de seguridad por puertas de protección abiertas	Sensor de posición magnético, actualmente desconectado
I2.2	Parada de emergencia del proceso	Pulsador NC, marca Eao france, rojo
I2.3	Configura el controlador en manual o automático	Selector marca Aignep, 250 VAC
I2.4	Indica al controlador que encienda la llama 3	Selector marca Siemens, 240 VAC
I2.5	Indica al controlador que encienda la llama 4	Selector marca Siemens, 240 VAC
I2.6	Indica al controlador que encienda la llama 1	Selector marca Siemens, 240 VAC
I2.7	Indica al controlador que encienda la llama 2	Selector marca Siemens, 240 VAC
I3.0	N/A	Reserva
I3.1	N/A	Reserva
I3.2	N/A	Reserva
I3.3	N/A	Reserva
I3.4	N/A	Reserva
I3.5	Indica al controlador si hay falla en la llama 3	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I3.6	Indica al controlador si hay falla en la llama 4	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I3.7	N/A	Reserva

Fuente: Gaveplast C.A.

A continuación, en la tabla 19, se presenta el listado de las variables de salidas digitales del controlador actual.

Tabla 19. Salidas digitales del controlador actual

Salidas digitales 19/32		
Dirección	Función	Dispositivo
Q0.0	N/A	Reserva
Q0.1	N/A	Reserva
Q0.2	Activa la válvula para bajar el volteador	Cilindro de doble efecto Aventics Gmbh, modelo RPC series
Q0.3	Activa la válvula para la rotación de 90° del volteador	Cilindro de doble efecto Aventics Gmbh, modelo TRR series
Q0.4	Controla la cinta transportadora por comando de marcha al variador de velocidad	Variador de velocidad, Keb modelo 05F5B3A-090A
Q0.5	Controla el primer cilindro de retención	Cilindro de doble efecto Aventics Gmbh, modelo RPC series
Q0.6	Controla el segundo cilindro de retención	Cilindro de doble efecto Aventics Gmbh, modelo RPC series
Q0.7	Habilita los 230v para el monitor de llama 1 y para el autotransformador 1	Relé Murr elektronik, modelo 51540
Q1.0	Controla la cámara de mezcla en el quemador 1	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040

Tabla 19. Cont.

Q1.1	Activa el auto transformador para generar la chispa para encender la llama 1	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible
Q1.2	Habilita los 230v para el monitor de llama 2 y para el autotransformador 2	Relé Murr elektronik, modelo 51540
Q1.3	Controla la cámara de mezcla en el quemador 2	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040
Q1.4	Activa el auto transformador para generar la chispa para encender la llama 2	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible
Q1.5	N/A	Reserva
Q1.6	N/A	Reserva
Q1.7	Alarma sonora	Bocina Kacon, modelo HRB-PS52
Q2.0	Listo para comenzar	Lámpara verde, 24 VDC
Q2.1	N/A	Reserva
Q2.2	N/A	Reserva
Q2.3	N/A	Reserva
Q2.4	N/A	Reserva
Q2.5	N/A	Reserva
Q2.6	N/A	Reserva
Q2.7	Habilita los 230v para el monitor de llama 3 y para el autotransformador 3	Relé Murr elektronik, modelo 51540
Q3.0	Controla la cámara de mezcla en el quemador 3	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040
Q3.1	Activa el auto transformador para generar la chispa para encender la llama 3	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible

Tabla 19. Cont.

Q3.2	Habilita los 230v para el monitor de llama 1 y para el autotransformador 4	Relé Murr elektronik, modelo 51540
Q3.3	Controla la cámara de mezcla en el quemador 4	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040
Q3.4	Activa el auto transformador para generar la chispa para encender la llama 4	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible
Q3.5	N/A	Reserva
Q3.6	N/A	Reserva
Q3.7	N/A	Reserva

Fuente: Gaveplast C.A.

Las variables de salida analógica del controlador EPIS que se encuentra instalado actualmente se puede observar en la tabla 20.

Tabla 20. Puntos analógicos del controlador actual

Canales analógicos 1/7		
Dirección	Función	Dispositivo
IW0	N/A	Reserva
IW1	N/A	Reserva
IW2	N/A	Reserva
IW3	N/A	Reserva
IW4	N/A	Reserva
QW0	Envía la referencia de velocidad de la cinta transportadora al variador	Variador de velocidad, Keb modelo 05F5B3A-090A
QW1	N/A	Reserva

Fuente: Gaveplast C.A.

Se puede observar que el equipo que actualmente se utiliza para controlar el proceso de flameado, cuenta con 32 entradas digitales, de las cuales se utilizan 22, también cuenta con 32 salidas digitales, de las cuales se utilizan solo 19, y con 5 entradas y 2 salidas analógicas, de las cuales solo se utiliza una salida analógica. Esto debe ser tomado en consideración al momento de migrar a un nuevo controlador.

Debido a que el cliente solicitó que se utilizaran equipos de la marca Allen Bradley, se escogió el equipo Micrologix 1200 del modelo 1762-L24BWAR, ya que es el más adecuado, en cuanto a costos y características para la migración, puesto que este modelo cuenta con 10 entradas digitales a 24 VDC y 4 entradas digitales rápidas del mismo voltaje, además cuenta con 10 salidas a relé y un puerto para cable de programación o HMI. Sin embargo, el EPIS se alimenta de 24 VDC, mientras que este modelo de Micrologix 1200 se alimenta con un voltaje entre 120 y 230 VAC, dicha diferencia no supone grandes costos de modificación debido a que en el tablero de control hay puntos de conexión de 120 VAC y 230 VAC.

Para completar la cantidad de entradas digitales requeridas, se utilizó un módulo de expansión de 16 entradas a 24 VAC del modelo 1762-IQ16, obteniendo así un total de 30 entradas digitales de 21 necesarias. Así mismo, se utilizó un módulo de 16 salidas digitales del modelo 1762-OB16, obteniendo un total de 26 salidas digitales de 19 requeridas. Finalmente se utilizó un módulo del modelo 1762-IF2OF2 el cual presenta 4 canales analógicos, dos de entradas y dos de salidas, suficientes para cumplir el requerimiento actual, siendo este de una sola salida analógica.

Adicionalmente se midieron las dimensiones del tablero de control y se determinó que en el mismo se dispone de suficiente espacio interno para alojar al PLC y sus módulos. Las dimensiones de estos se presentan a continuación, la unidad de dicha medida es el milímetro (mm), (ver tabla 21).

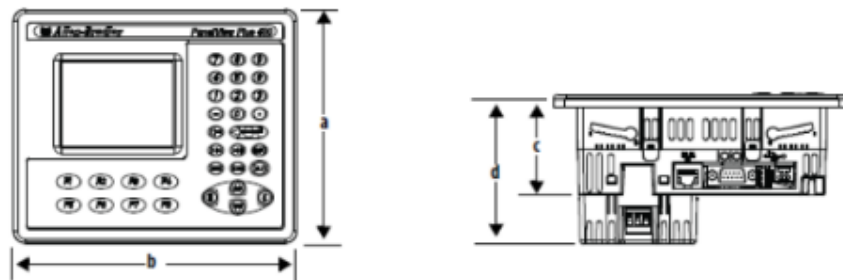
El sistema de control actual posee una pantalla incorporada, para sustituir esta, se escogió una pantalla HMI Allen Bradley modelo 2711PC-K4M20D8, la cual es un PanelView plus 6 compact terminal, dicha pantalla es compatible con el PLC Micrologix 1200 mencionado anteriormente, se emplea la comunicación serial rs232 por medio del cable 2711-NC21 para la comunicación de ambos dispositivos. Así como se estudió el tablero y las

dimensiones del PLC y sus módulos de expansión, también se estudiaron las dimensiones de la pantalla HMI (ver figura 15), resultando que el tablero también posee suficiente espacio para alojarla.

Tabla 21. Dimensiones del PLC y sus módulos de expansión

Dimensiones del PLC y sus módulos de expansión					
	1762-L24BWAR	1762-IQ16	1762-OB16	1762-IF2OF2	Medida para el tablero
Alto	87	87	87	87	87 mm
Largo	110	40.4 + 14.2	40.4 + 14.2	40.4 + 14.2	273.8 mm
Ancho	90	90	90	90	90 mm

Fuente: Allen-Bradley



Panel View			
a	b	c	d
152 mm	185 mm	60 mm	90 mm

Figura 15. Dimensiones del HMI

Fuente: Allen-Bradley

5.3. Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de migración

Cualquier proyecto a nivel industrial requiere de un análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica para determinar su viabilidad. Es por ello que a continuación se presentan los análisis de cada uno de estos aspectos.

5.3.1. Factibilidad técnica

En la presente sección se indican las especificaciones técnicas de cada uno de los dispositivos necesarios para la migración. Como punto de partida, se expone la ficha técnica del PLC Micrologix 1200 seleccionado, obtenida del manual del fabricante, según se muestra en la tabla 22. Esto con el fin de destacar que las mismas cumplen con los requerimientos, basados en las especificaciones técnicas del sistema del control previamente existente en el proceso de flameado.

Tabla 22. Especificaciones técnicas del PLC Micrologix 1200

Micrologix 1200 1762-L24BWAR	
Característica	Especificación
Fuente de alimentación	100 a 240 VAC (-15%, +10%) entre 47 y 63 Hz
Programa de usuario / espacio de datos	4K / 2K configurable
Puertos de comunicación	RS-232
E/S de expansión	Hasta 136 puntos digitales y 24 analógicos
Entradas y salidas	10 estándar y 4 rápidas entradas digitales a 24 VDC, y 10 salidas a relé
Carga máxima en las salidas	1440 VA
Temperatura de operación	+0°C a +55°C ambiente
Humedad	5% a 95% humedad relativa
Encapsulamiento	IP20

Fuente: Manual Micrologix 1200 (2015)

Las especificaciones técnicas del módulo de entradas digitales seleccionado, obtenidas del manual del fabricante, se presentan en la tabla 23. Por otra parte, las especificaciones técnicas del módulo de salidas digitales seleccionado, igualmente obtenidas del manual del fabricante, se pueden observar en la tabla 24. En la tabla 25, se presentan las especificaciones técnicas del módulo de entradas y salidas analógicas seleccionado, de igual manera fueron obtenidas del manual del fabricante.

Tabla 23. Especificaciones técnicas del módulo de entradas digitales

Módulo de entradas digitales 1762-IQ16	
Características	Especificaciones
Categoría de voltaje	24Vdc (PNP/NPN)
Rango de operación	0 a 30 VDC
Número de entradas	16
Estado desactivado, máximo	Voltaje: 5 VDC Corriente: 1,5 mA
Estado activado, mínimo	Voltaje: 10 VDC Corriente: 2 mA min a 10 VDC Corriente: 8 mA nom a 24 VDC Corriente: 12 mA max a 30 VDC
Impedancia nominal	3

Tabla 25. Cont

Convertidor A/D	Aproximación sucesiva
Impedancia de entrada	Terminal de voltaje 200 Terminal de corriente 250
Número de salidas	2 (unipolar)
Convertidor D/A	Cadena de resistencia
Resistencia de carga	0 a 500 > 1

Fuente: Manual Micrologix 1762-IF2OF2 (2013)

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas de la pantalla HMI seleccionado, obtenidas del manual del fabricante ver tabla 26.

Tabla 26. Especificaciones técnicas de la pantalla HMI

Pantalla HMI 2711PC-K4M20D8	
Características	Especificaciones
Entrada de operación	Teclado
Tipo de pantalla	Escala de grises TFT LCD
Escala completa de rangos analógicos	Voltaje: 0 a 10.5 VDC Corriente: 0 a 21 mA
Display área	Ancho 70 mm y alto 53 mm
Resolución	320 x 240, 16-niveles de gris
Teclado descripción	- Membrana de acero inoxidable - Teclas numéricas, de función y navegación - Fuerza de operación: 340 g
Teclas de función	8 teclas (F1 – F8)
Duración de la batería	4 años min a 25 °C
Memoria interna	256 MB de RAM, 512 MB de memoria no volátil
Memoria externa	Ranura para memoria SD y puerto USB 2.0 de alta velocidad
Sistema operativo	Windows CE 6.0
Puerto de comunicación	Ethernet (10/100 Mbps, Auto-MDI / MDI-X), RS-232, 1 host USB y 1 puerto de dispositivo USB.
Voltaje de alimentación	Entre 18 y 30 VDC (24 VDC nom)

Fuente: Manual PanelView Plus 6 (2017)

Dado que el equipo Micrologix seleccionado para realizar la migración cumple con las especificaciones deseadas, se puede concluir que la migración propuesta, es técnicamente factible.

5.3.2. Factibilidad operativa

Al implementar este proyecto, el sistema de flameado de gaveras de Gaveplast C.A. contará con una pantalla HMI, la cual poseerá una interfaz visual fácil de manejar, donde se podrá visualizar el estatus del sistema, a su vez también se podrán cambiar los parámetros de control necesarios, modificar la velocidad del proceso o deshabilitar alguna alarma no primordial con la finalidad de facilitar el trabajo al operador. Para manejar dicha interfaz y navegar por las funciones para modificar los parámetros, no se necesita ser una persona con grandes conocimientos o habilidades en el área, además, el personal técnico que operara dicho proceso, ya posee conocimientos de cómo trabajar con pantallas HMI de Allen Bradley. Sin embargo, se impartirán las instrucciones de cómo manejar las funciones en la pantalla y como modificar los valores de los parámetros. En consecuencia, este proyecto es operativamente factible.

5.3.3. Factibilidad económica

Se analizan los costos del proyecto y el tiempo que le tomará a la empresa reponer la inversión, con la finalidad de determinar si a la empresa le conviene hacer la inversión, desde el punto de vista económico. El costo de los materiales y equipos de la propuesta se muestra en la tabla 27.

Los precios fueron suministrador por el representante de Rockwell Automation a nivel nacional, precios vigentes para el día 30 de agosto del 2017, día en que se realizó el estudio de factibilidad económica, por lo tanto, los aumentos posteriores, a dicha fecha, afectarán en los cálculos realizados. En la tabla 28, se muestra la ganancia diaria de la empresa en condiciones normales de trabajo.

Tabla 27. Costo de materiales y equipos

Costos de materiales y equipos			
Cantidad	Modelo	Descripción	Costo (Bs.)
1	1762-L24BWAR	PLC Micrologix 1200	11.264.293
1	1762-IQ16	Módulo de entradas digitales	4.076.936
1	1762-OB16	Módulo de salidas digitales	4.973.159
1	1762-IF2OF2	Módulo de señales analógicas	6.871.043
1	2711PC-K4M20D8	PanelView Plus 6 Compact Terminal	10.368.070
1	2711-NC21	Cable de comunicación	351.460
1	-	Riel din simétrico	100.000
Total			38.004.961

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 28. Ingresos diarios en condiciones normales de trabajo

Ingresos diarios en condiciones normales	
Descripción	Monto (Bs.)
Precio de unidad de gavera	4.576
Total de ingreso diario a Gaveplast por producción de gaveras	91.520.000
Ingreso diario al departamento de proyectos de Gaveplast (1%)	915.200

Fuente: Elaboración propia (2017)

Actualmente la empresa Gaveplast vende cada gavera a un precio de 4.576Bs, de los cuales el uno por ciento está destinado al departamento de proyectos, datos suministrados por la empresa. Así mismo, la producción de gaveras diarias, en condiciones normales de trabajo, es de 20.000 gaveras, por lo tanto, al departamento de proyectos, en condiciones normales de trabajo, le ingresan 915.200Bs.

El análisis de costos realizados, cumple la función de determinar el tiempo que tardaría la empresa Gaveplast C.A. en reponer la inversión, en caso de realizar este proyecto, si mantiene una producción de gaveras normal; esto se puede observar en la tabla 29, donde se suman todos los costos que llevaría realizar el proyecto y se divide entre la cantidad de

ingreso diario que tiene el departamento de proyectos, en el área de gaveras, obteniendo así la cantidad de días que le tomará a la empresa recuperar su inversión, siendo ésta 54 días de trabajo.

Tabla 29. Análisis de costos

Análisis de costo	
Descripción	Monto (Bs)
Costo de materiales y equipos	38.004.961
Costo de personal técnico	11.401.489
Costo total	49.406.450
Ganancia diaria	915.200
Días necesarios para reponer la inversión	54 días

Fuente: Elaboración propia (2017)

De igual manera como fue mencionado anteriormente, el costo del personal técnico fueron calculados el día 30 de Agosto del 2017, por lo tanto los aumentos salariales posteriores afectaran el análisis de costo y por consecuencia la factibilidad económica. Como podemos observar, los resultados obtenidos en el estudio de factibilidad económica realizado anteriormente, arrojaron que la inversión de dinero para la realización del proyecto se recuperara en 54 días de trabajo. Por lo tanto, se comprueba que el proyecto es factible económicamente.

5.4. Fase IV. Diseño de la lógica de control y la programación de la HMI para el proceso de flameado de gaveras

Para llevar a cabo la programación del PLC y de la HMI, primero se construyó el diagrama de flujo general del sistema de control, en el cual se plasma la secuencia de pasos a seguir por el mismo (ver figura 16), debido a que esto facilita la programación de cualquier dispositivo, sin importar el lenguaje o software utilizado para dicha programación.

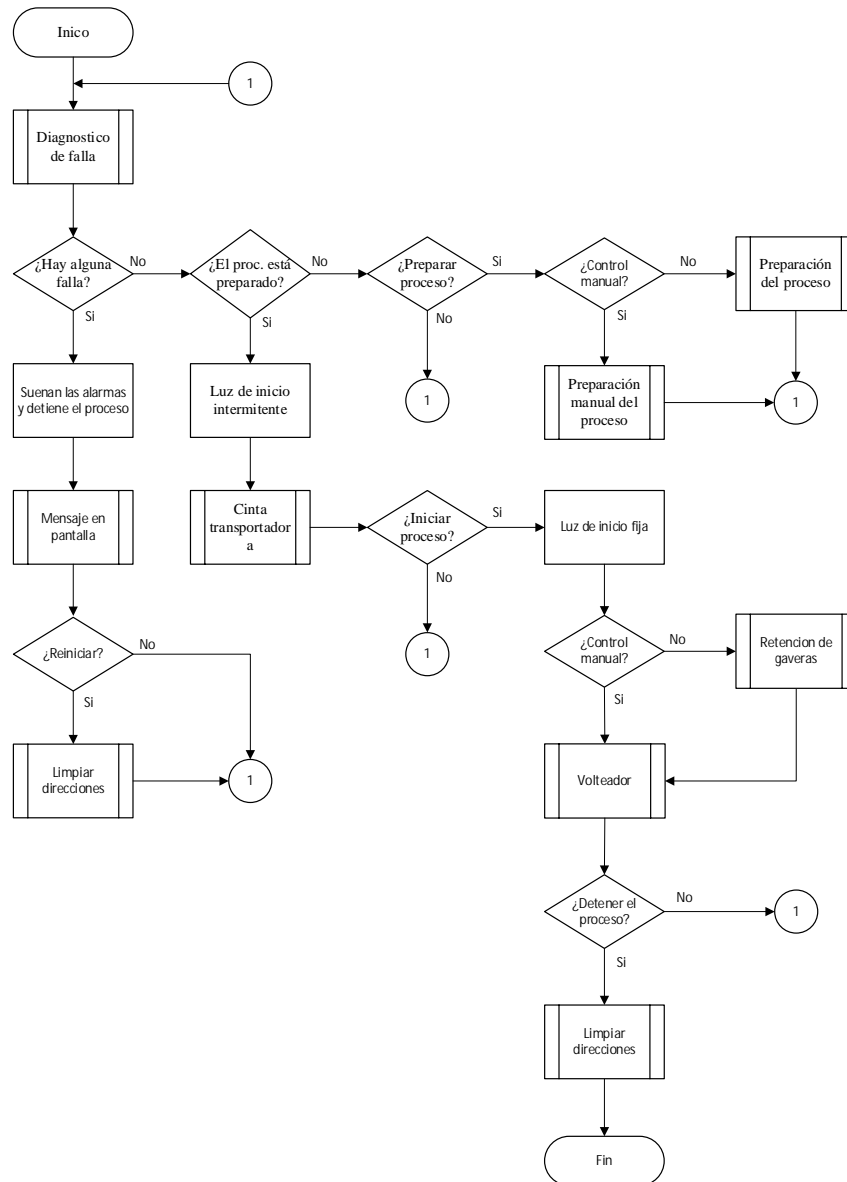


Figura 16. Diagrama de flujo general

Fuente: Elaboración propia (2017)

Para la programación del PLC, se utilizó el software Rslogix 500 de Rockwell Automation, ya que ese es el que debe usado para tal fin. La lógica de control fue realizada de manera estructurada, siendo el lenguaje de escalera el empleado para dicha programación. Debido a que la lógica de control es estructurada, en los diagramas de flujo realizados se

pueden observar las subrutinas, siendo una de ellas, el volteador, su diagrama de flujo se puede observar en la figura 17.

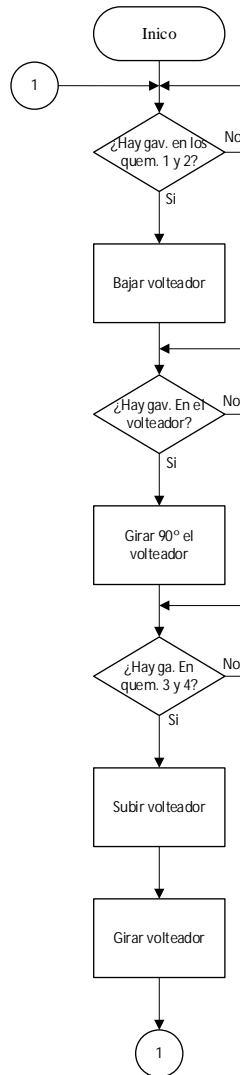


Figura 17. Diagrama de flujo para el control del volteador

Fuente: Elaboración propia (2017)

La configuración establecida en el software, para la conexión de los módulos de entradas y salidas al PLC, se puede observar en la tabla 30. Dicha configuración es importante a la hora de establecer las variables de entradas y salidas del PLC.

Tabla 30 Configuración del PLC y sus módulos en el software Rslogix 500

Configuración del PLC y sus módulos en el software Rslogix 500		
N°	Modelo	Descripción
0	1762-L24BWAR	PLC Micrologix 1200
1	1762-IQ16	Módulo de 16 entradas digitales
2	1762-OB16	Módulo de 16 salidas digitales
3	1762-IF2OF2	Módulo de 4 canales analógicos

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 31 se pueden observar las variables de entrada digital del PLC y sus módulos, utilizadas en el programa del mismo.

Tabla 31. Entradas digitales para la migración

Entradas digitales 21/14+16			
Dirección	Símbolo	Función	Dispositivo
I:0/0	N/A	N/A	Reserva
I:0/1	Falla_del_variador	Indica al controlador si hay falla en el variador de velocidad	Variador de velocidad, Keb modelo 05F5B3A-090A
I:0/2	Seguridad_puertas	Indica al controlador falla de seguridad por puertas de protección abiertas	Sensor de posición magnético, 24VDC
I:0/3	N/A	N/A	Reserva
I:0/4	Detener_proceso	Detiene el proceso	Pulsador NO, marca Emas, azul
I:0/5	Inicio	Inicia el proceso	Pulsador NO, marca Emas, verde
I:0/6	N/A	N/A	Reserva
I:0/7	N/A	N/A	Reserva

Tabla 31. Cont.

I:0/8	N/A	N/A	Reserva
I:0/9	Falla_flama_1	Indica al controlador si hay falla en la llama 1	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I:0/10	Falla_llama_2	Indica al controlador si hay falla en la llama 2	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I:0/11	N/A	N/A	Reserva
I:0/12	Falla_flama_3	Indica al controlador si hay falla en la llama 3	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I:0/13	Falla_flama_4	Indica al controlador si hay falla en la llama 4	Monitor de llama Siemens, modelo LFE10
I:1/0	N/A	N/A	Reserva
I:1/1	Gavera_en_volteador	Indica al controlador si una gavera está en posición de volteo	Sensor capacitivo modelo y marca ilegible, tensión de alimentación 10 a 30VDC, rango de efecto 0 a 20mm
I:1/2	Volteador_arriba	Indica al controlador si el volteador está arriba	Sensor magnético marca Aventics GmbH, modelo CN2 series
I:1/3	Volteador_posicion_1	Indica al controlador si el volteador está en posición de entrada de gavera	Sensor magnético marca Aventics GmbH, modelo CB1 series

Tabla 31. Cont.

I:1/4	Volteador_posicion_2	Indica al controlador si el volteador está girado 90°	Sensor magnético marca Aventics GmbH, modelo CB1 series
I:1/5	N/A	N/A	Reserva
I:1/6	Sensor_fotoelect_1	Indica al controlador si una gavera está en la entrada del proceso	Sensor fotoeléctrico Sick, modelo W8 series
I:1/7	Sensor_fotoelect_2	Indica al controlador si una gavera está frente a los quemadores 1 y 2	Sensor fotoeléctrico Visolux, modelo RLK39-54-Z/31/40a/116
:1/8	Sensor_fotoelect_3	Indica al controlador si hay una gavera frente a los quemadores 3 y 4	Sensor fotoeléctrico Visolux, modelo RLK39-54-Z/31/40a/116
I:1/9	Sensor_fotoelect_4	Indica al controlador si una gavera está en la salida del proceso	Sensor fotoeléctrico Visolux, modelo RLK39-54-Z/31/40a/116
I:1/10	N/A	N/A	Reserva
I:1/11	Manual_automatico	Configura el controlador en manual o automático	Selector marca Aignep, 250 VAC
I:1/12	Encendedor_manual_q1	Indica al controlador que encienda la llama 1	Selector marca Siemens, 240 VAC

Tabla 31. Cont.

I:1/13	Encendedor_manual_q2	Indica al controlador que encienda la llama 2	Selector marca Siemens, 240 VAC
I:1/14	Encendedor_manual_q3	Indica al controlador que encienda la llama 3	Selector marca Siemens, 240 VAC
I:1/15	Encendedor_manual_q4	Indica al controlador que encienda la llama 4	Selector marca Siemens, 240 VAC

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 32 se pueden observar las variables de salida digital del PLC y sus módulos, utilizadas en el programa del mismo.

Tabla 32. Entradas digitales para la migración

Salidas digitales 20/10+16			
Dirección	Símbolo	Función	Dispositivo
O:0/0	Listo_para_comenzar	Indica que el proceso está listo para comenzar o se está ejecutando	Lámpara verde, 24VDC
O:0/1	Alarma_visual	Indica alarma visual	Lámpara roja, 24VDC
O:0/2	Activacion_cinta	Controla la cinta transportadora por comando de marcha al variador de velocidad	Variador de velocidad, Keb modelo 05F5B3A-090A
O:0/3	Alarma_sonora	Indica una alarma sonora	Bocina Kacon, modelo HRB-PS52
O:0/4	N/A	N/A	Reserva

Tabla 32. Cont.

O:0/5	Bajar_volteador	Activa la válvula para bajar el volteador	Cilindro de doble efecto Aventics GmbH, modelo RPC series
O:0/6	Girar_volteador	Activa la válvula para la rotación de 90° del volteador	Cilindro de doble efecto Aventics GmbH, modelo TRR series
O:0/7	N/A	N/A	Reserva
O:0/8	Gavera_en_espera	Controla el primer cilindro de retención	Cilindro de doble efecto Aventics GmbH, modelo RPC series
O:0/9	Bloqueo_estación_1	Controla el segundo cilindro de retención	Cilindro de doble efecto Aventics GmbH, modelo RPC series
O:2/0	N/A	N/A	Reserva
O:2/1	Habilita_chispa_q1	Habilita los 230v para el monitor de llama 1 y para el autotransformador 1	Relé Murr elektronik, modelo 51540
O:2/2	Camara_demezcla_q1	Controla la cámara de mezcla en el quemador 1	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040
O:2/3	Chispara_quemador_1	Activa el auto transformador para generar la chispa para encender la llama 1	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible
O:2/4	N/A	N/A	Reserva
O:2/5	Habilita_chispa_q2	Relé Murr elektronik, modelo 51540	Relé Murr elektronik, modelo 51540
O:2/6	Camara_demezcla_q2	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040	Optoacoplador Murr elektronik, modelo

Tabla 32. Cont.

O:2/7	Chispara_quemador_2	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible
O:2/8	N/A	N/A	Reserva
O:2/9	Habilita_chispa_q3	Habilita los 230v para el monitor de llama 3 y para el autotransformador 3	Relé Murr elektronik, modelo 51540
O:2/10	Camara_de_mezcla_q3	Controla la cámara de mezcla en el quemador 3	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040
O:2/11	Chispara_quemador_3	Activa el auto transformador para generar la chispa para encender la llama 3	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible
O:2/12	N/A	N/A	Reserva
O:2/13	Habilita_chispa_q4	Habilita los 230v para el monitor de llama 1 y para el autotransformador 4	Relé Murr elektronik, modelo 51540
O:2/14	Camara_de_mezcla_q4	Controla la cámara de mezcla en el quemador 4	Optoacoplador Murr elektronik, modelo 50040
O:2/15	Chispara_quemador_4	Activa el auto transformador para generar la chispa para encender la llama 4	Optoacoplador Murr elektronik, modelo ilegible

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se pueden observar las variables de salida analógica del PLC y sus módulos, utilizadas en el programa del mismo, (ver tabla 33).

Tabla 33. Salidas analógicas para la migración

Salidas analógicas 1/2			
Dirección	Símbolo	Función	Dispositivo
O:3	REFERENCIA_VELOCIDAD	Envía la referencia de velocidad de la cinta transportadora al variador	Variador de velocidad, Keb modelo 05F5B3A-090A
O:4	N/A	N/A	Reserva

Fuente: Elaboración propia (2017)

La programación en lenguaje de escalera del PLC se puede observar en los anexos desde el A1 hasta el A7. En la figuras 18 se observa la programación de la subrutina volteador, toda la programación cuentan con comentarios y descripción para facilitar la lectura del mismo.

La subrutina volteador, tiene la función de controlar el volteador de gaveras. En el momento en el que el volteador se encuentre arriba, esté en le posición de entrada de gaveras y una de ellas sea detectada por el sensor fotoeléctrico 2, el controlador le dará la instrucción de bajar al volteador. Una vez estando abajo el volteador, esperara que el sensor capacitivo detecte que la gavera está dentro de él para luego girar 90° en sentido horario. Si no se están detectando gaveras en los quemadores 3 y 4, el volteador subirá y regresara a su posición inicial.

Es importante mencionar que la referencia de velocidad del variador es ingresada por pantalla en una escala de 0 a 100%. Dicho porcentaje se escala entre 0 y 32764, este valor es enviado por el CPU del PLC al módulo analógico, el cual lo convierte a una señal de 0 a 10 VDC, enviando así la referencia de velocidad al variador. También se escala el porcentaje entre 1200 y 300, con la finalidad de obtener el tiempo de los sensores fotoeléctricos, siendo este entre 12 y 3 seg, para que detecten el atascamiento de una gavera, esto se hace debido a que al cambiar la velocidad de la cinta, también se varía la velocidad con la que las gaveras atraviesan la barrera de luz de los sensores, por lo tanto a mayor velocidad tenga la cinta,

menor debe ser el tiempo de detección de los sensores, es decir, si la velocidad es establecida en 50%, el tiempo en el que cada sensor detectara un atascamiento de gaveras es de 7 seg.

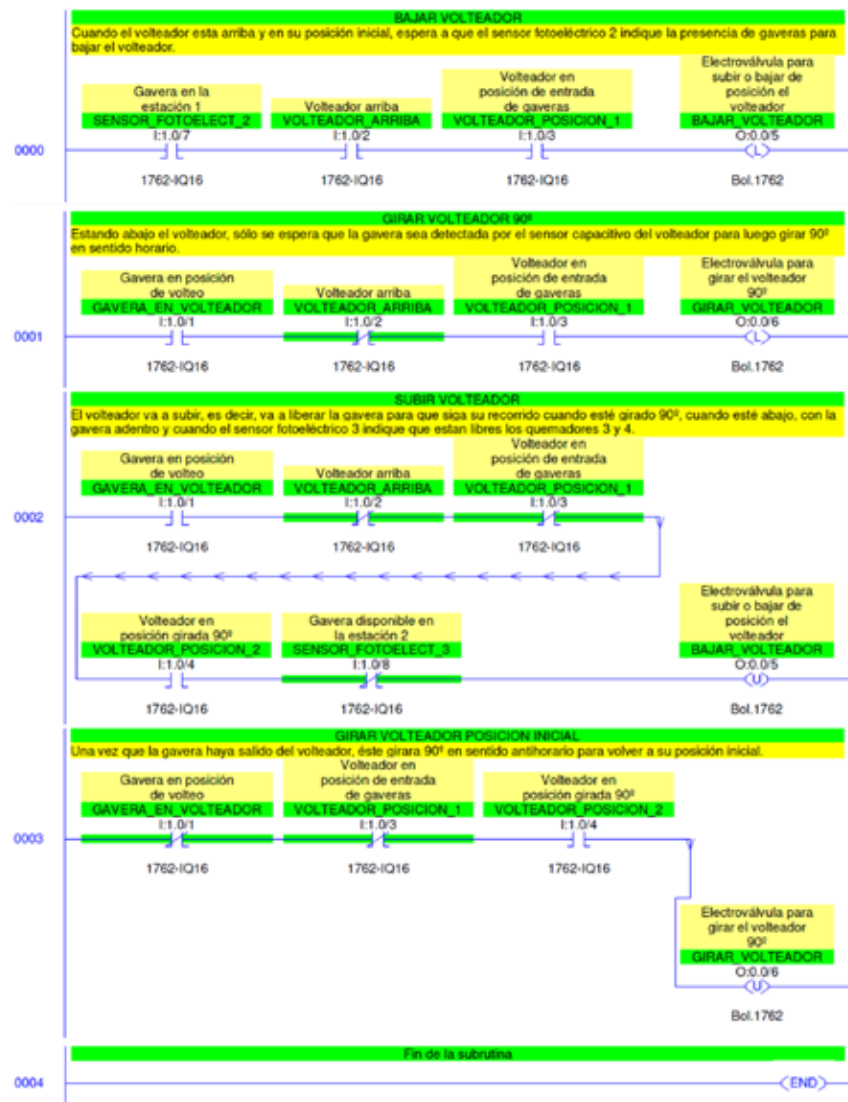


Figura 18. Programación en lenguaje de escalera del volteador

Fuente: Elaboración propia (2017)

El PLC cuenta con 14 alarmas programadas, en caso de ocurrir alguna falla en el proceso. La lista de fallas y su descripción se pueden observar en la tabla 34.

Tabla 34. Listado de alarmas programadas en el PLC

Listado de alarmas programadas en el PLC		
Dirección	Código	Descripción
B3:1/0	F01	El quemador #1 no encendió
B3:1/1	F02	El quemador #2 no encendió
B3:1/2	F03	El quemador #3 no encendió
B3:1/3	F04	El quemador #4 no encendió
B3:1/4	F05	El quemador #1 se apagó repentinamente
B3:1/5	F06	El quemador #2 se apagó repentinamente
B3:1/6	F07	El quemador #3 se apagó repentinamente
B3:1/7	F08	El quemador #4 se apagó repentinamente
B3:1/8	F09	Falla del variador de velocidad
B3:1/9	F10	Gavera atascada frente a los quemadores 1 y 2
B3:1/10	F11	Gavera atascada frente a los quemadores 3 y 4
B3:1/11	F12	Gavera atascada en la salida del proceso
B3:1/12	F13	Perdida de sincronía entre las barras de retención y el volteador
B3:1/13	F14	Puertas de seguridad abiertas, se puede habilitar o deshabilitar

Fuente: Elaboración propia (2017)

La programación de la pantalla HMI se llevó a cabo en el software Factorytalk View Studio v6.0 de Rockwell Automation, debido a que en dicho software se realiza la programación de todas las pantallas HMI de esa marca. Como se mencionó anteriormente, la pantalla es un PannelView plus 6 compact terminal, posee un display con escala de grises. La programación de dicha pantalla consta de varias ventanas, con la finalidad mostrar la mayor información posible y hacer de su visualización más fácil, la ventana del proceso se puede observar en la figura 19.



Figura 19. Ventana de proceso

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la ventana de proceso se puede observar la fecha, la hora y la venta en la que encuentra la pantalla. De igual manera se observa la configuración que éste posee, si es manual o automático, a su vez también se puede visualizar el estado del mismo, si se encuentra no preparado para iniciar, si está preparado o si se está ejecutando. En la parte inferior se puede observar la lista de los parámetros que se pueden ajustar, siendo estos la frecuencia de velocidad, activar o desactivar la alarma sonora, habilitar o deshabilitar las puertas de seguridad y la configuración manual automático, esta última se puede realizar por medio de la pantalla o por medio de un selector externo. En ésta ventana también se encuentran los botones de preparar y reiniciar el proceso, a su vez también se puede observar el botón de regresar a la ventana anterior.

Es importante mencionar que la pantalla no es táctil, por lo tanto la navegación se realiza con las teclas de funciones y con los cursores. El resto de las ventanas de la pantalla se pueden observar en los anexos desde el B1 hasta el B3. En caso de ocurrir algún error en el proceso, el controlador apagará todas sus salidas y enviará una señal a la pantalla, ésta mostrara un mensaje de acuerdo a la señal recibida. En la figura 20 se puede observar la señal de alarma de la pantalla HMI ante la falla de encendido del quemador 1.



Figura 20. Ventana de alarma F01 en la pantalla HMI

Fuente: Elaboración propia (2017)

La realización de los planos eléctricos es vital para todos los proyectos relacionados con electricidad, debido a que en estos se definen perfectamente las conexiones e interconexiones de cada uno de los dispositivos de dicho proyecto. Es por ello que se realizaron todos los planos eléctricos referentes a este proyecto de migración; debido a que el proceso fue traído de Alemania, los planos originales se encontraban en normas DIN, a solicitud del cliente, se mantuvieron las mismas normas en la realización de los planos, dichos planos eléctricos se pueden observar en los anexos desde el C1 hasta el C18.

Como último paso de esta fase, se realizó la simulación de la programación, tanto de la pantalla como del PLC, de manera independiente y luego interconectados para su comunicación. Para realizar la simulación del PLC se utilizaron los software de Rockwell Automation Rslinx classic, Rslogix 500 y Rslogix 500 Emulate, de esta manera se corrigió el programa y se comprobó el buen funcionamiento de su lógica de control. Posteriormente se estableció la comunicación de estos software con el Factorytalk View Studio, de esta manera se comprobó tanto el funcionamiento del programa del PLC, como el de la interfaz gráfica y la comunicación entre ambos.

CONCLUSIONES

En este trabajo se planteó la propuesta de migración del sistema de control EPIS a un Micrologix 1200 en el proceso de flameado de gaveras de Gaveplast, donde se cumplió con la realización de los objetivos establecidos al inicio del trabajo, así como también las fases de la investigación. Debido a esto podemos concluir lo siguiente:

- Como primer punto, se logró describir detalladamente el proceso de flameado y su sistema de control actual, lo que permitió conocer todos sus componentes y las funciones que estos cumplen, así como también detectar deficiencias y limitaciones presentes en él.
- Se determinaron claramente las variables existentes en el sistema de control lo que hizo posible el dimensionamiento del PLC y la HMI, acorde con los requerimientos del proceso, lográndose así la selección de los equipos adecuados para una migración segura.
- Se determinó que la propuesta de migración es viable para la empresa Gaveplast, luego de analizar la factibilidad técnica, operativa y económica.
- Se diseñó exitosamente la lógica de control del PLC al cual se propone migrar, así como también, se realizó la programación adecuada al panel HMI que servirá de interface entre los operadores y el proceso de flameado.

Finalmente se puede concluir que se cumplió cabalmente cada uno de los objetivos específicos planteados al iniciar el trabajo, lo que permitió generar una propuesta viable de migración del sistema EPIS al PLC Micrologix 1200 para el control del proceso de flameado de gaveras, acorde con los requerimientos técnicos y funcionales de la empresa Gaveplast, C.A.

RECOMENDACIONES

- Con el tiempo, algunas de las etiquetas de los dispositivos se desgastan, por lo tanto se pierde las características de los mismos. Debido a esto se recomienda que la empresa Gaveplast C.A. guarde los datos de los dispositivos de sus procesos, para que en el futuro se puedan consultar con facilidad.
- Si bien es cierto, las empresas perduran en el tiempo, mientras que el personal puede cambiar. Por lo tanto se recomienda que en futuras modificaciones al sistema, se guarde un registro con los datos importantes, para que estos permanezcan en la empresa y con el tiempo no se olviden o se vayan con el personal.
- Al momento de dañarse algún dispositivo del proceso, se recomienda que este sea reemplazado o reparado, pero no eliminado, ya que todos los dispositivos del proceso cumplen una función en específico.

REFERENCIAS

Digitales

Arias, F. (2016). El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica (7ma edición). Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.

Catálogo Micrologix (2008). “Catálogo de controladores programables Micrologix”. Editorial Rockwell Automation, Inc. Estados Unidos.

Catálogo de sensores Sick (2012). “Top products industrial sensor” (Ingles). Publicado por Sick sensor inteligente.

Catálogo TRR (2017). “Broshure Series TRR” (Ingles). Publicado por Aventics.

Catálogo RCP (2017). “Broshure Series RCP” (Ingles). Publicado por Aventics.

González, M. e Infantes, M. (2017). “Construcción de un prototipo de robot social basado en un mini ordenador raspberry pi 3 y arduino”. Presentado en la Universidad José Antonio Páez. San Diego, Venezuela.

Hoja de datos de fuente de alimentación Siemens (2012). “Product data sheet 6EP1334-2BA01” (Ingles). Publicado por Siemens AG.

Hoja de datos 50040 (s.f.). “Internet-Datasheet of Art. No. 50040” (Ingles). Publicado por Murrelektronik GmbH.

Hoja de datos 51540 (s.f.). “Internet-Datasheet of Art. No. 51540” (Ingles). Publicado por Murrelektronik GmbH.

Hoja de datos 7000-41961 (s.f.). “Internet-Datasheet of Art. No. 7000-41961” (Ingles). Publicado por Murrelektronik GmbH.

- León, J. (2017). “Diseño de un sistema para la automatización del proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma, utilizando un PLC siemens, para la empresa IOCE, C.A.” Presentado en la Universidad José Antonio Páez. San Diego, Venezuela.
- Manual de HMI (2017). “PanelView Plus 6 Specifications” (Ingles). Editorial Rockwell Automation, Inc. Estados Unidos.
- Manual Micrologix 1200 (2015). “MicroLogix 1200 Programmable Controllers” (Ingles). Editorial Rockwell Automation, Inc. Estados Unidos.
- Manual Micrologix 1762-IF2OF2 (2013). “MicroLogix 1762-IF2OF2 Analog Input/Output Module” (Ingles). Editorial Rockwell Automation, Inc. Estados Unidos.
- Manual Micrologix 1762-IQ16 (2013). “MicroLogix 1762-IQ16 DC Input Module” (Ingles). Editorial Rockwell Automation, Inc. Estados Unidos.
- Manual Micrologix 1762-OB16 (2013). “Solid State 24V DC Source Output Module” (Ingles). Editorial Rockwell Automation, Inc. Estados Unidos.
- Manual del variador de velocidad (s.f.). “Combivert F5 basic manual de instalación”. Publicado por Keb.
- Manual LFE-10 (2016). “Siemens monitor de llama LFE10 LAE10”. Publicado por Building Technologies Division.
- Manual sensores visolux (2017). “Datasheet sensor Visolux RLK39-54-Z/31/40a/116” (Ingles). Publicado por Pepperl+Fuchs Inc.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2016). “Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales”. Caracas, 5ta edición. Editorial FEDUPEL.
- Zabatta, A (2015). “Diseño de la nueva sede para la alcaldía implantada en la propuesta de reordenamiento urbano del municipio Guacara, estado Carabobo.” Presentado en la Universidad José Antonio Páez. San Diego, Venezuela.

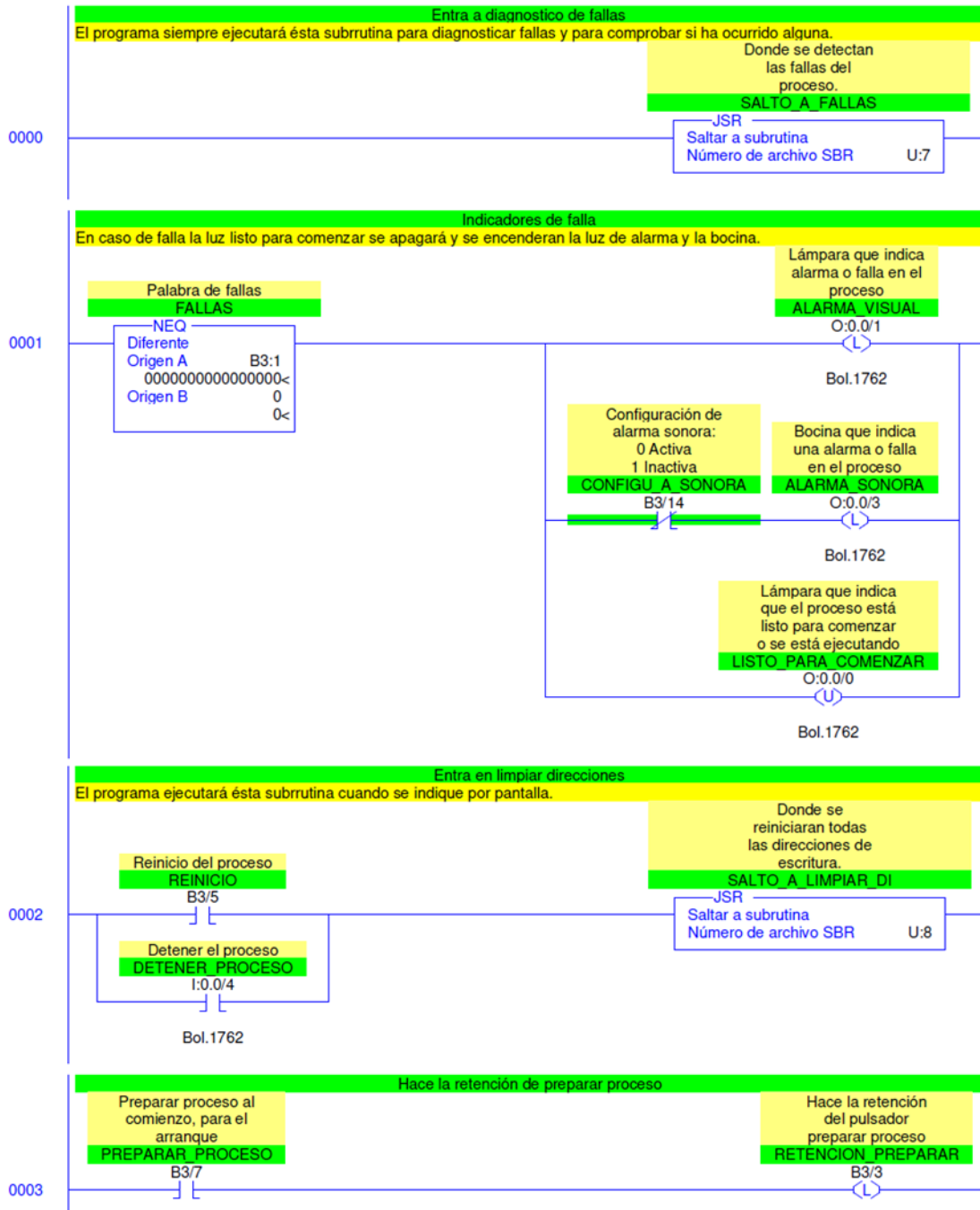
Electrónicas

- 101 términos de investigación científica (2017). Disponible en: <https://espaciovirtual.wordpress.com/2007/08/11/101-terminos-de-investigacion-cientifica/>. [Consulta: abril, mayo y junio, 2017].
- Capella, F. (1997). Tratamiento de superficies. Disponible en: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/5611-Tratamiento-de-superficies.html>. [Consulta: junio, 2017].
- EINA (s.f.). Tecnologías / Flameado. Disponible en: <http://www.eina.es/flameado.php>. [Consulta: mayo, 2017].
- Formulación y Evaluación de Proyectos - Grupo 6 (2011). Proyectos factibles. Disponible en: <http://proyectofactible6.blogspot.com/>. [Consulta: mayo, 2017].
- Métodos de tratamiento de las películas plásticas (2000). Disponible en: http://www.tecnomaq.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=32:tratamiento-de-las-peliculas-plasticas&catid=4:los-empaques-flexibles&Itemid=5. [Consulta: junio, 2017].
- Tesis de Investigadores (2011). Tipos de investigación. Disponible en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/05/tipos-de-investigacion.html>. [Consulta: mayo, 2017].

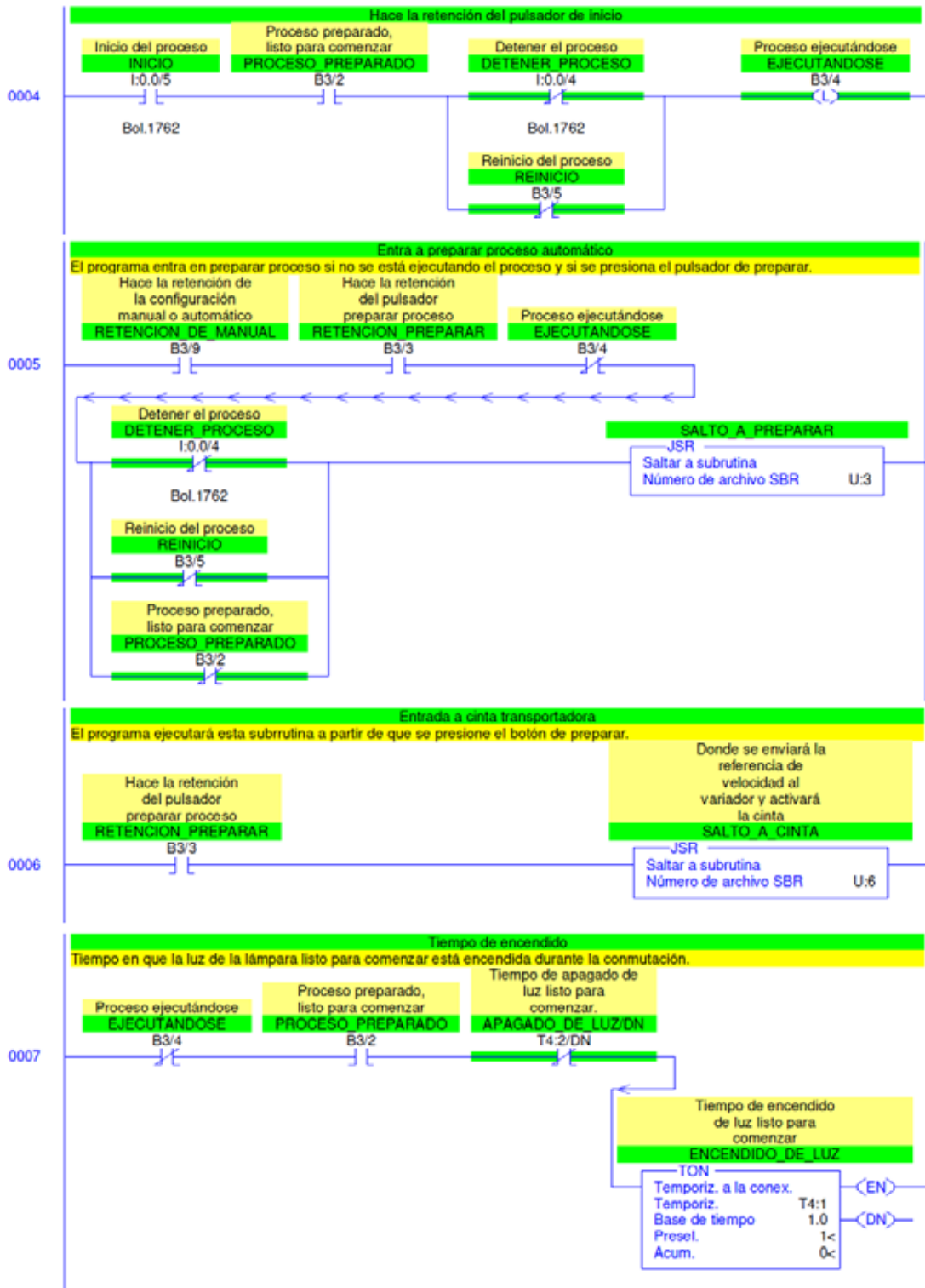
ANEXOS

ANEXO A
Programación del PLC

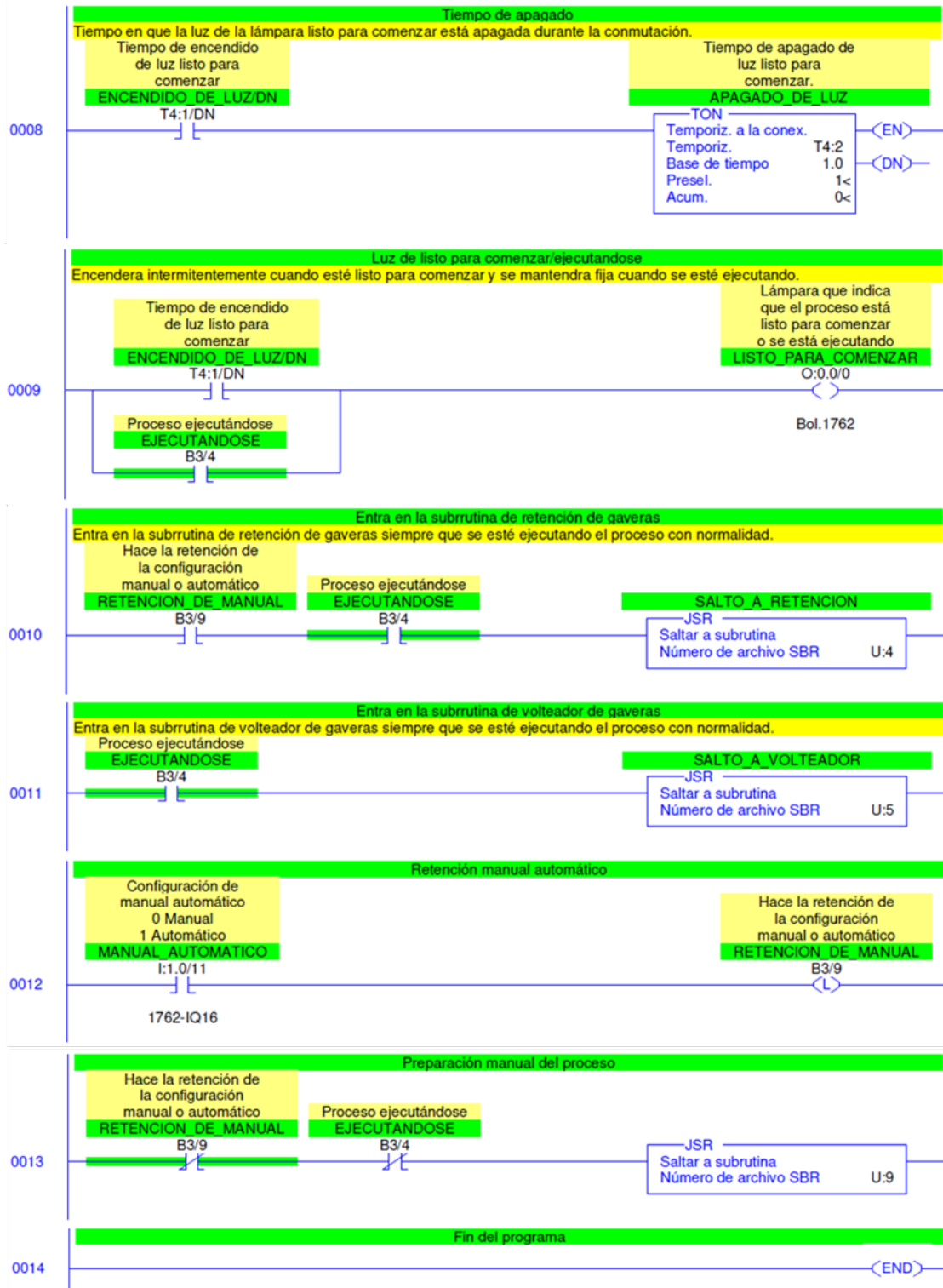
Anexo A1. Código de la rutina principal



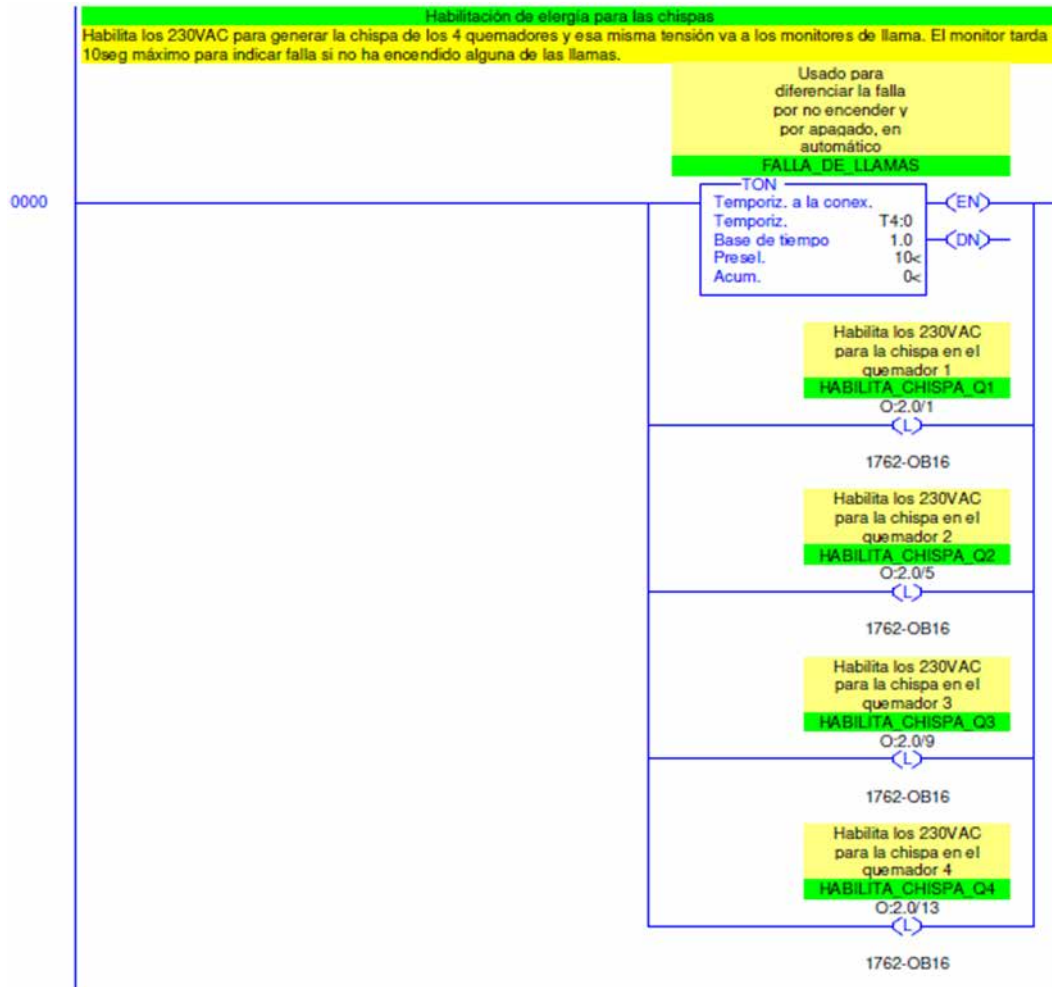
Anexo A1. Cont.



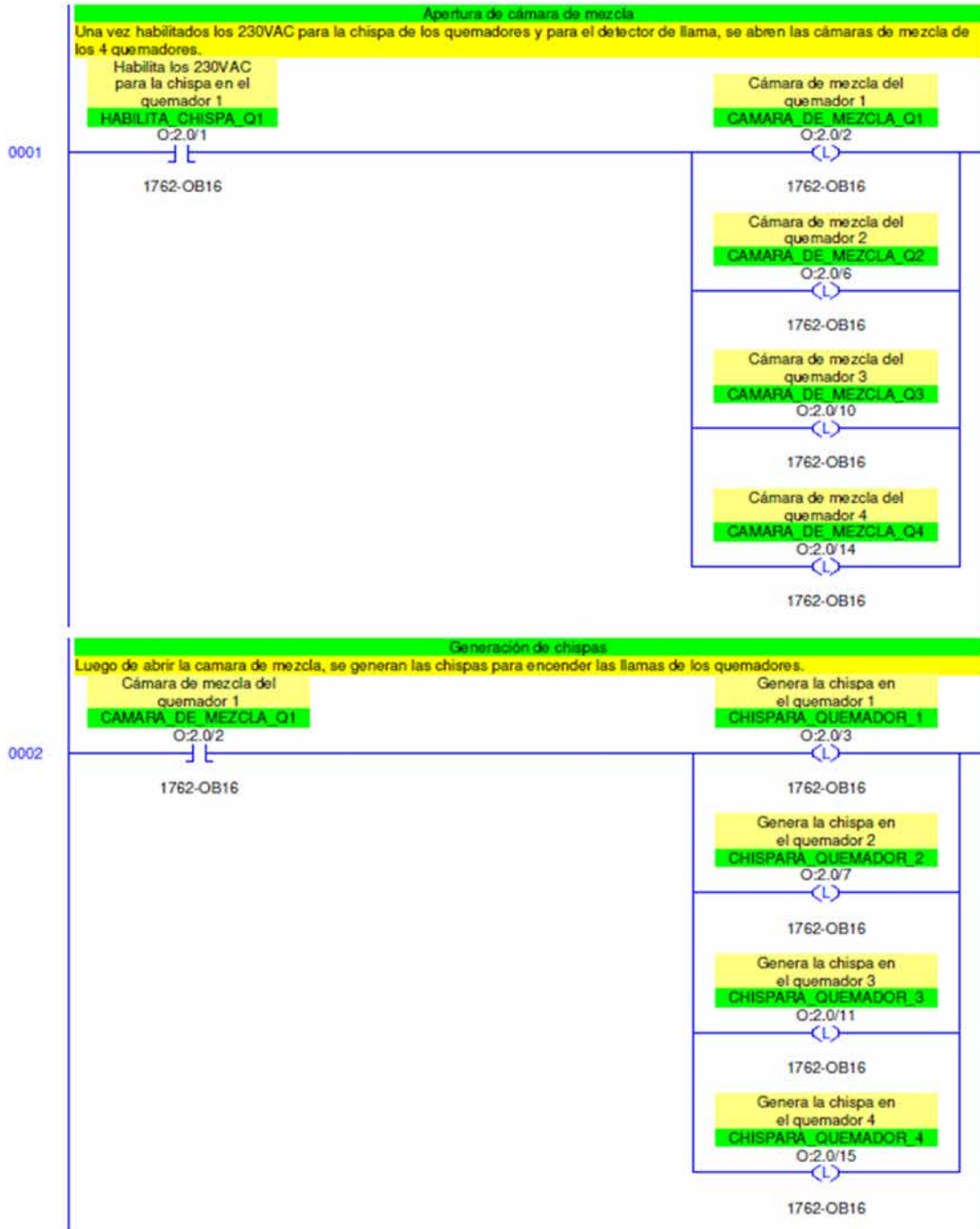
Anexo A1. Cont.



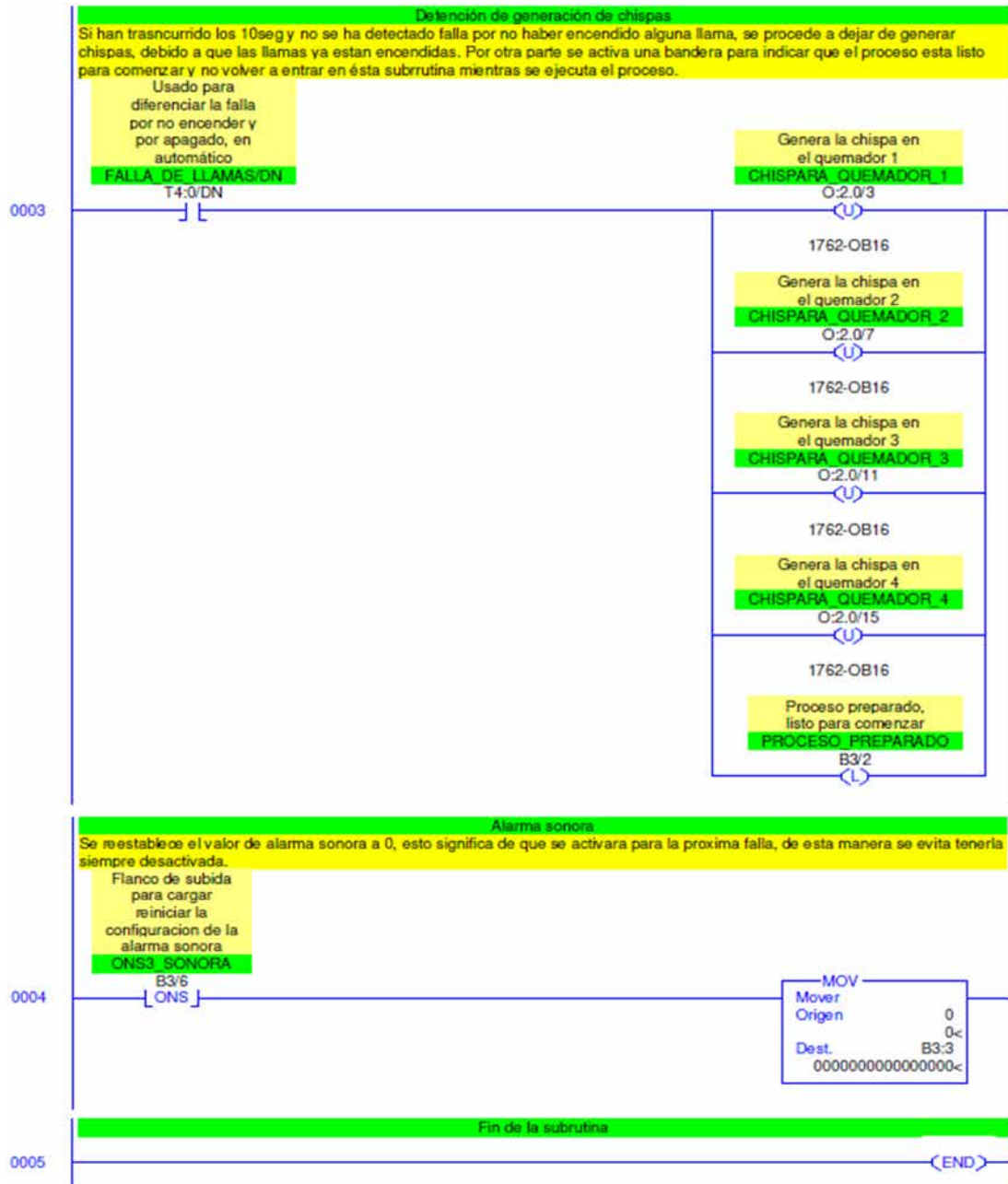
Anexo A2. Código de subrutina de preparado automático



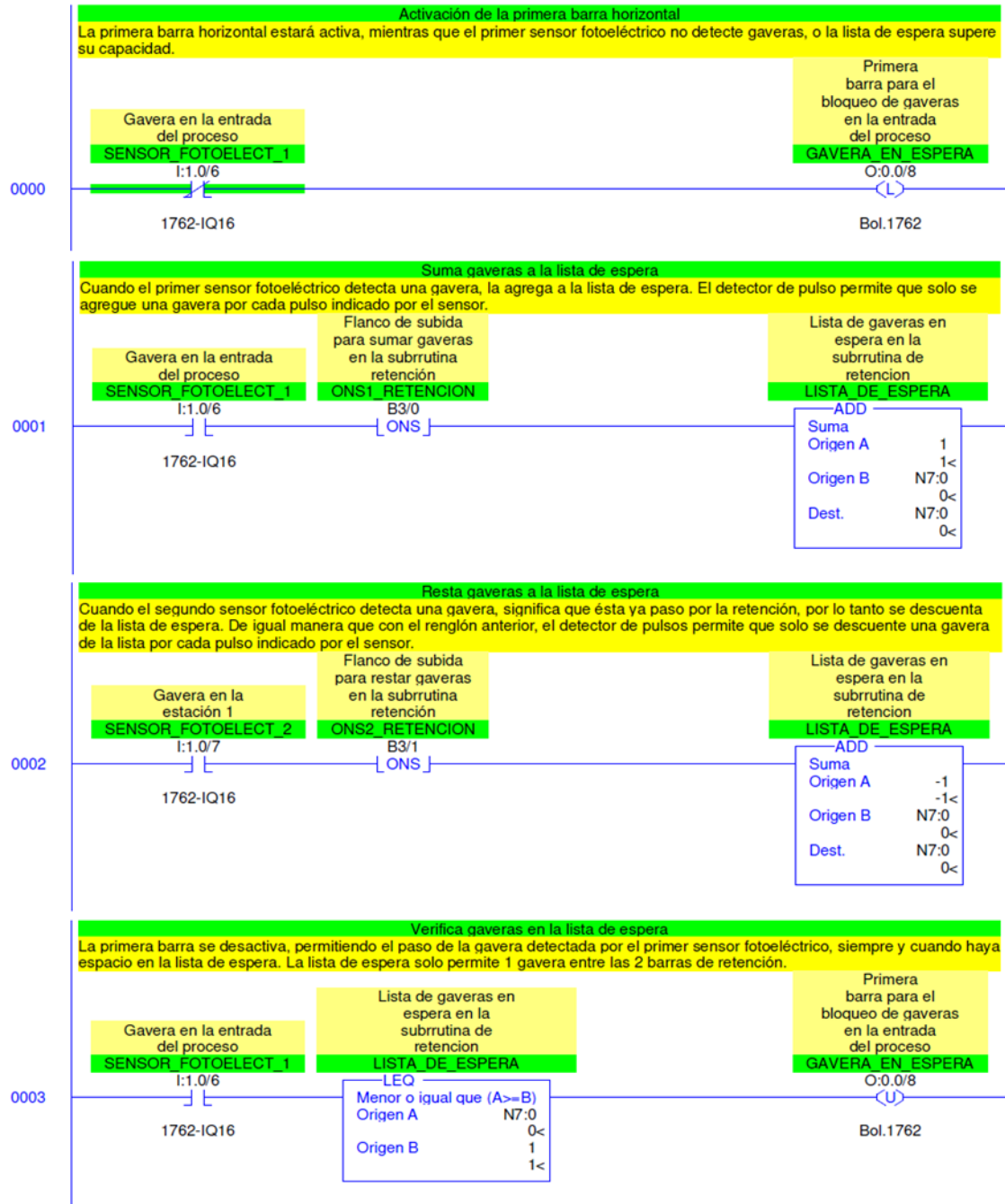
Anexo A2. Cont.



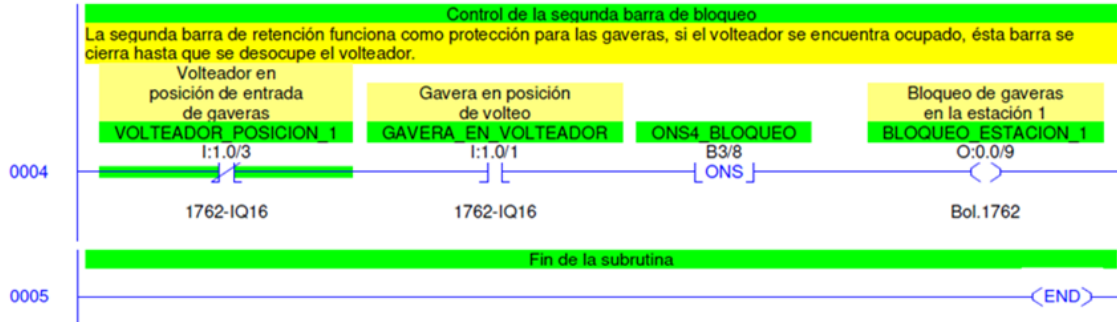
Anexo A2. Cont.



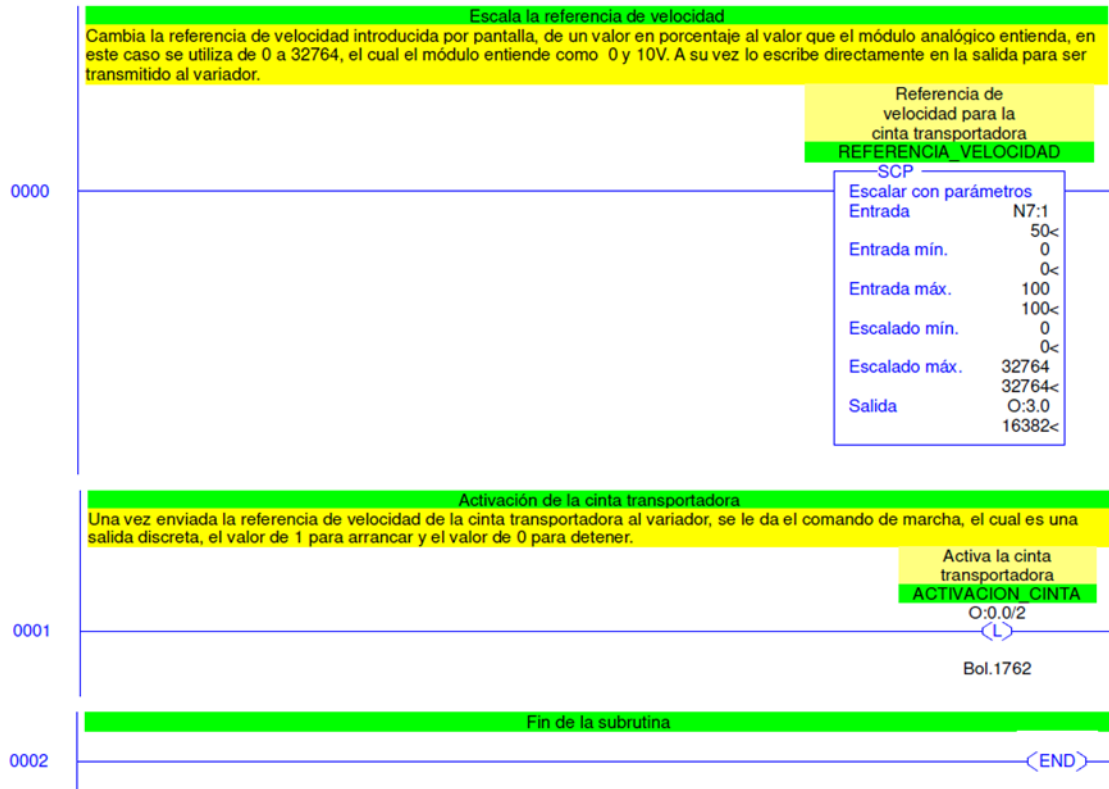
Anexo A3. Código de la subrutina para la retención de gaveras



Anexo A3. Cont.



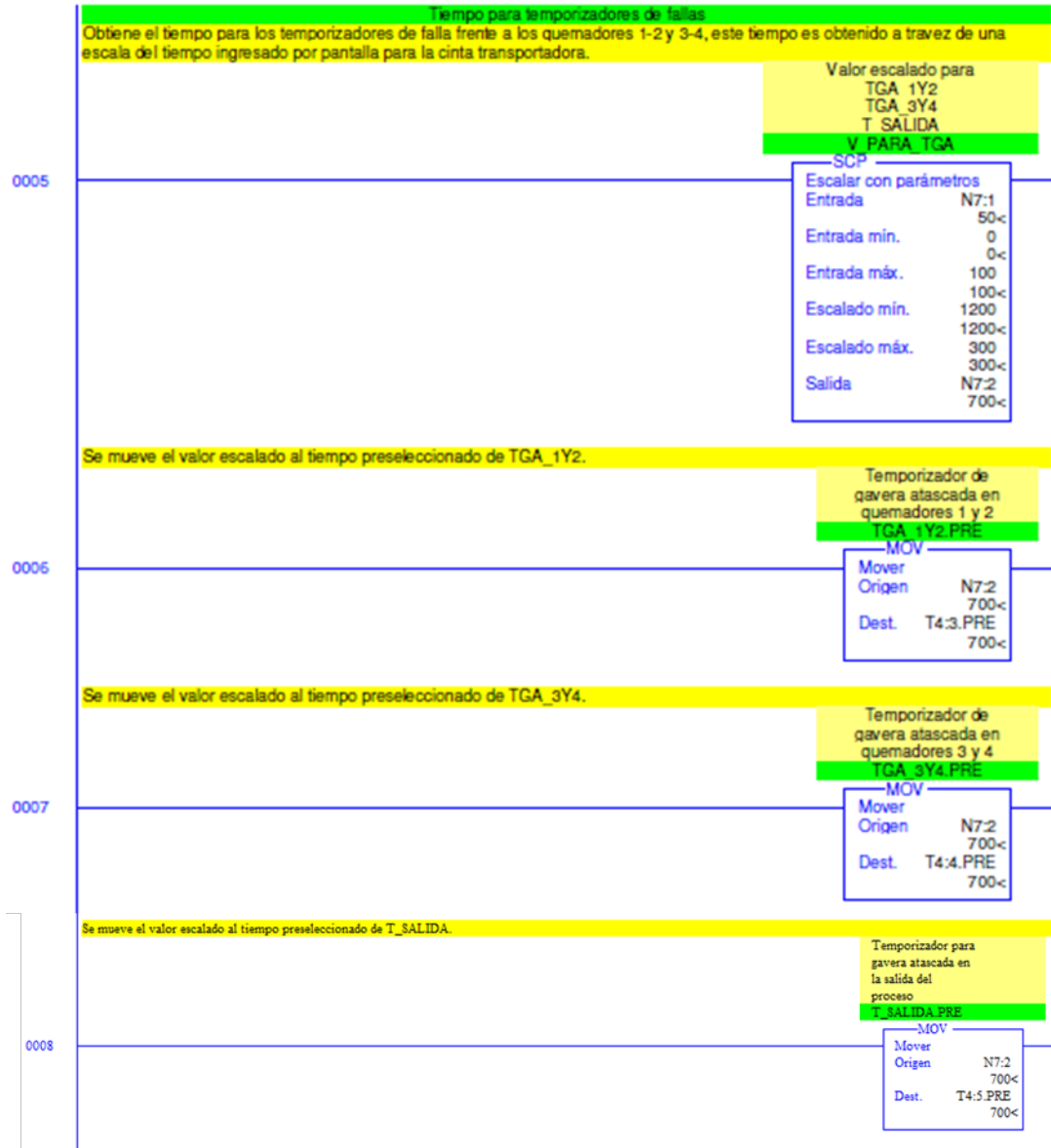
Anexo A4. Código de subrutina para el control de la cinta transportadora



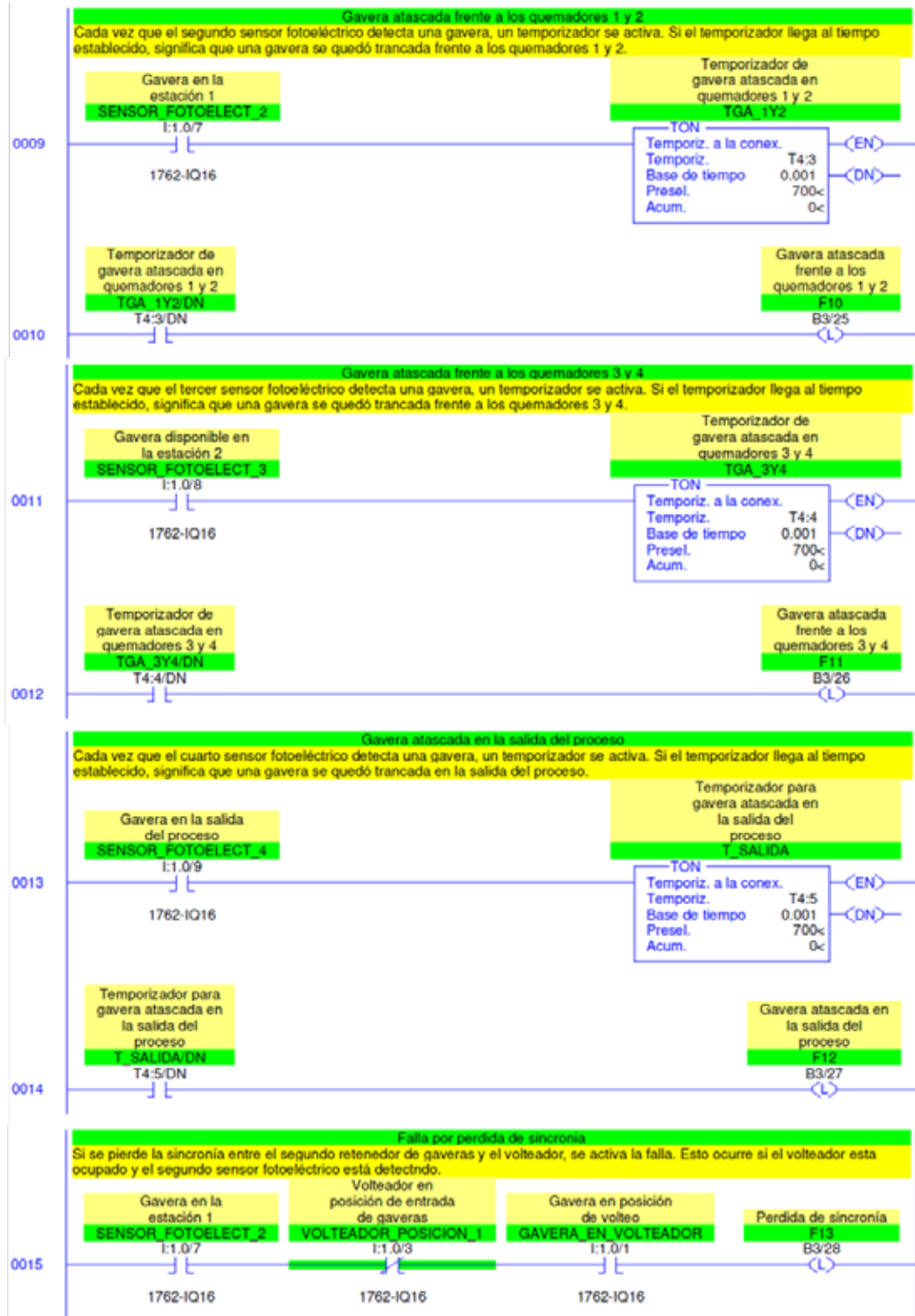
Anexo A5. Código de subrutina de detección de fallas



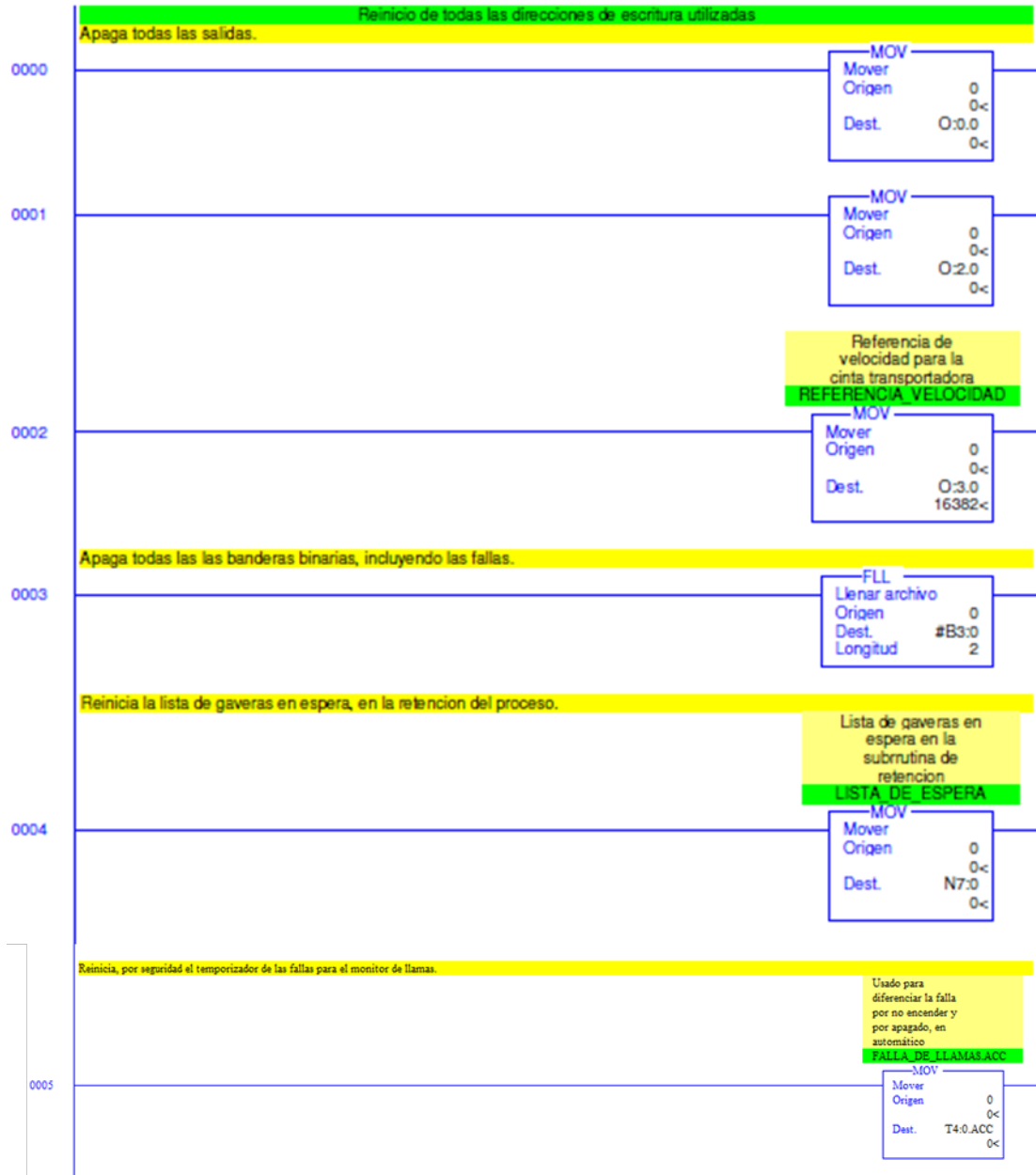
Anexo A5. Cont.



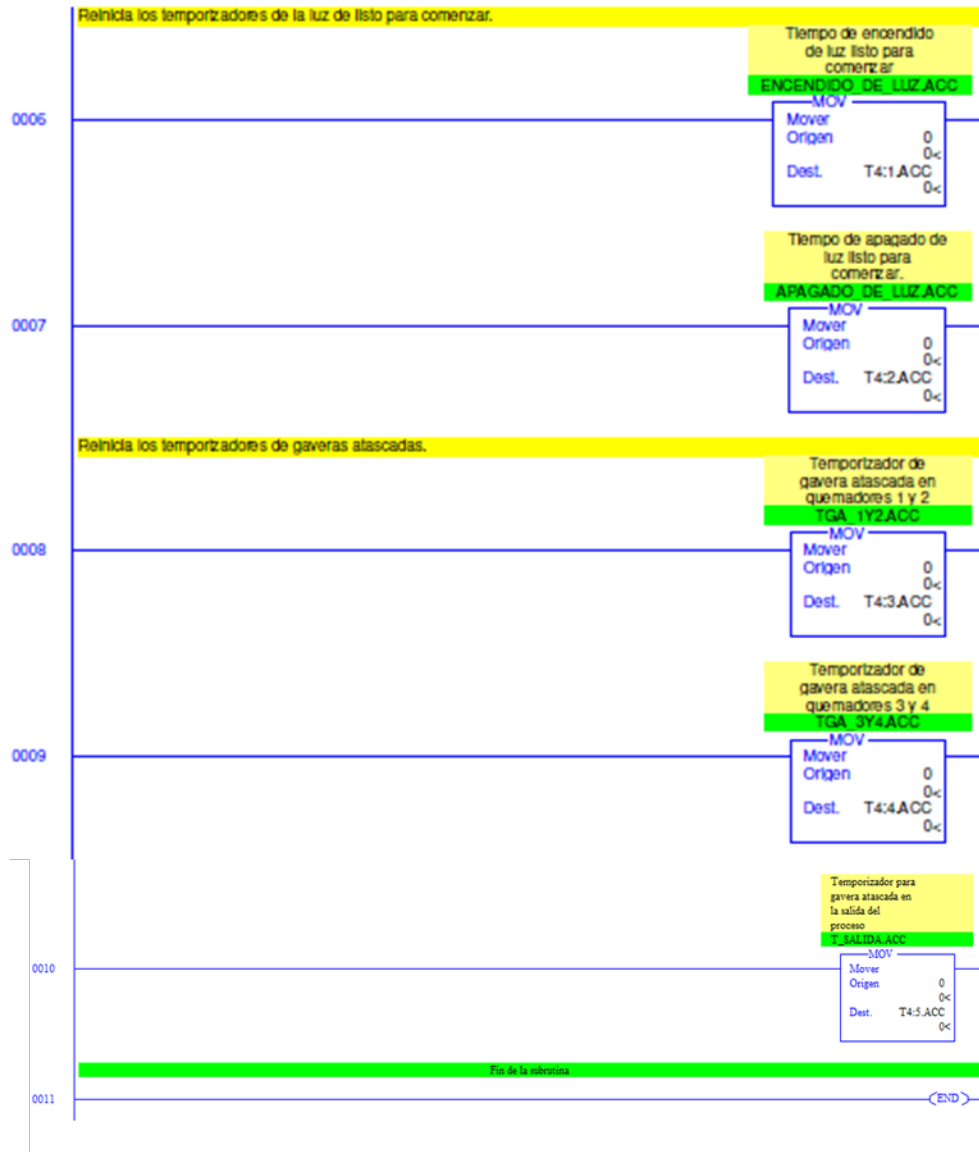
Anexo A5. Cont.



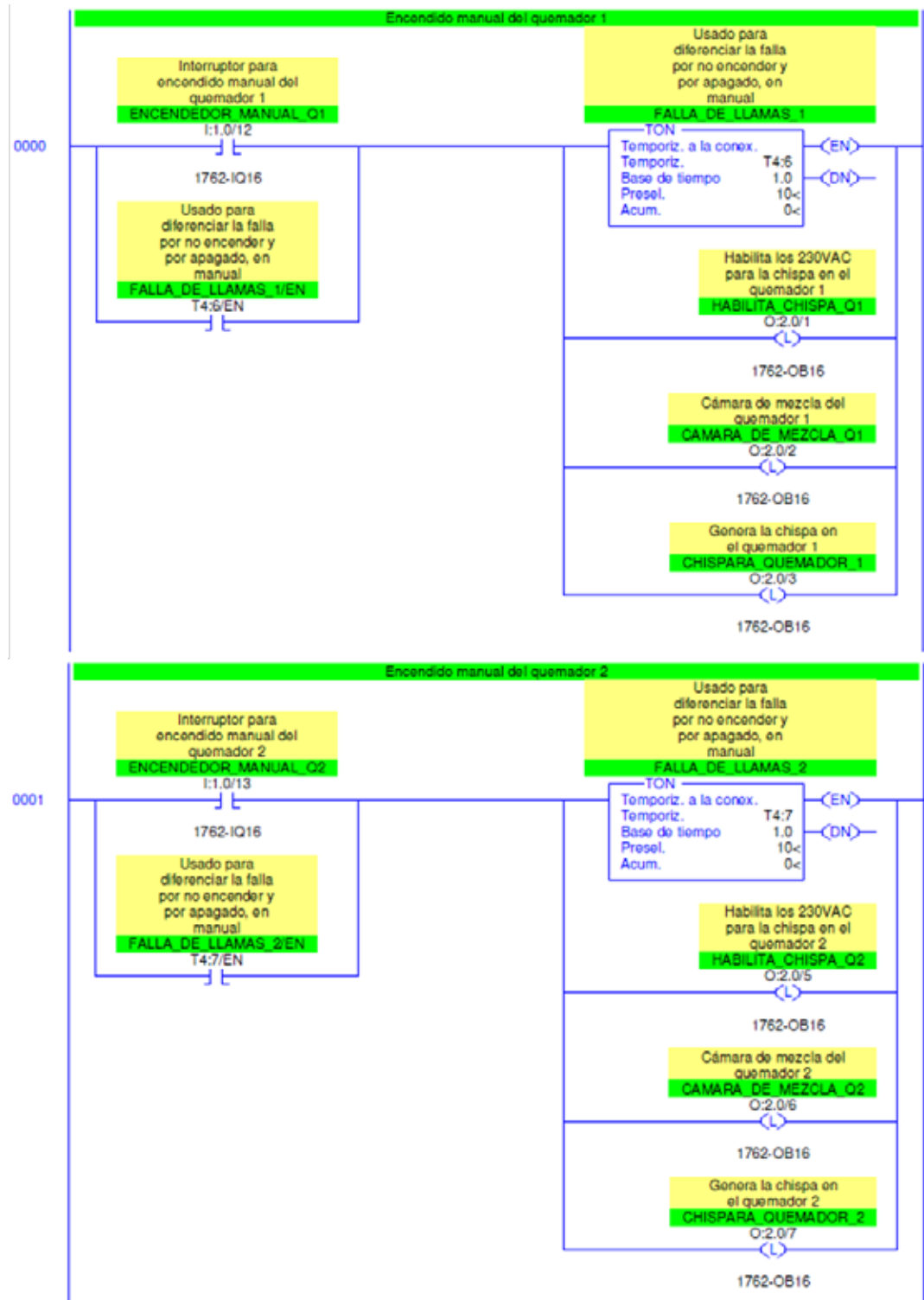
Anexo A6. Código de subrutina para el reinicio de las direcciones de escritura



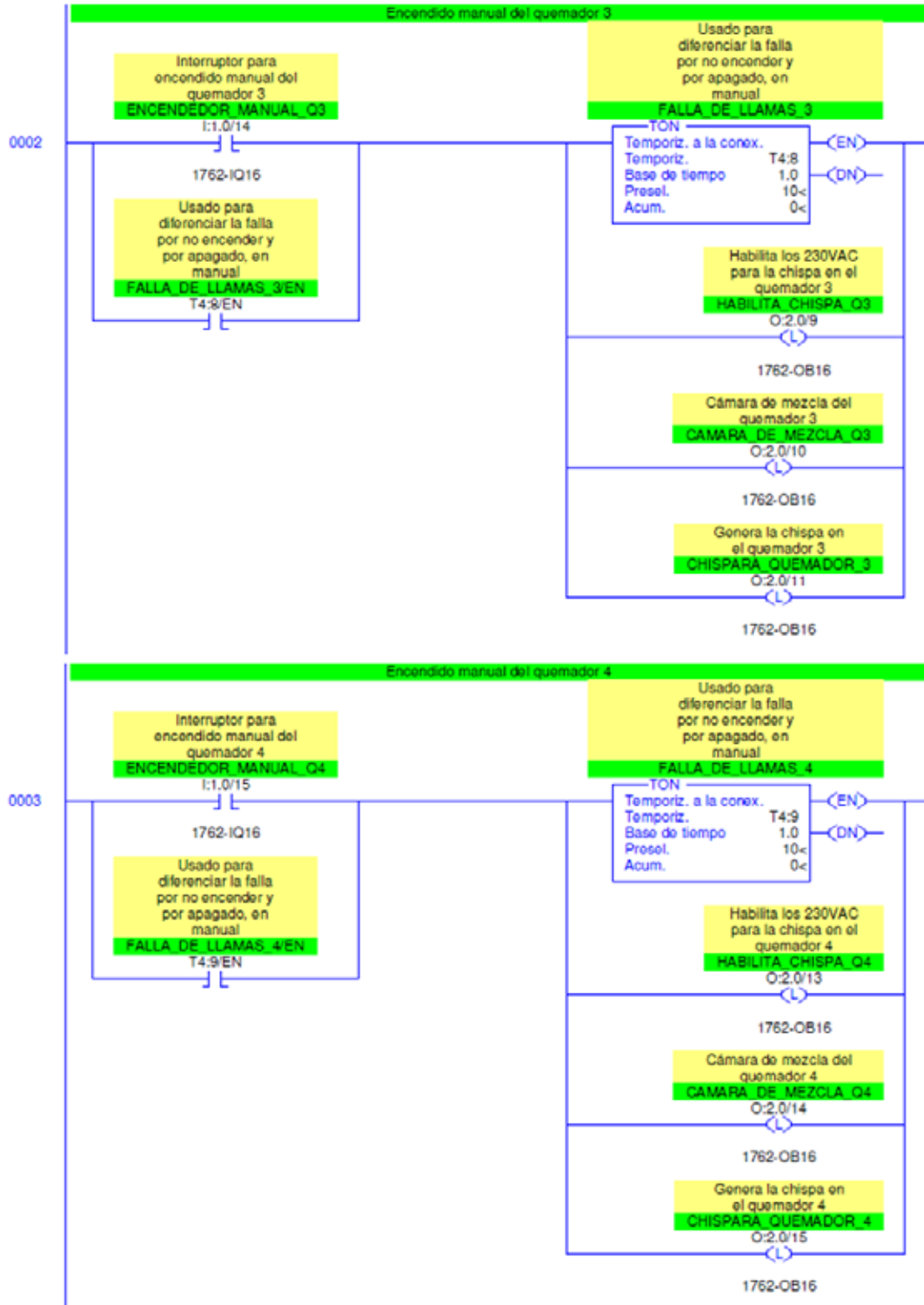
Anexo A6. Cont.



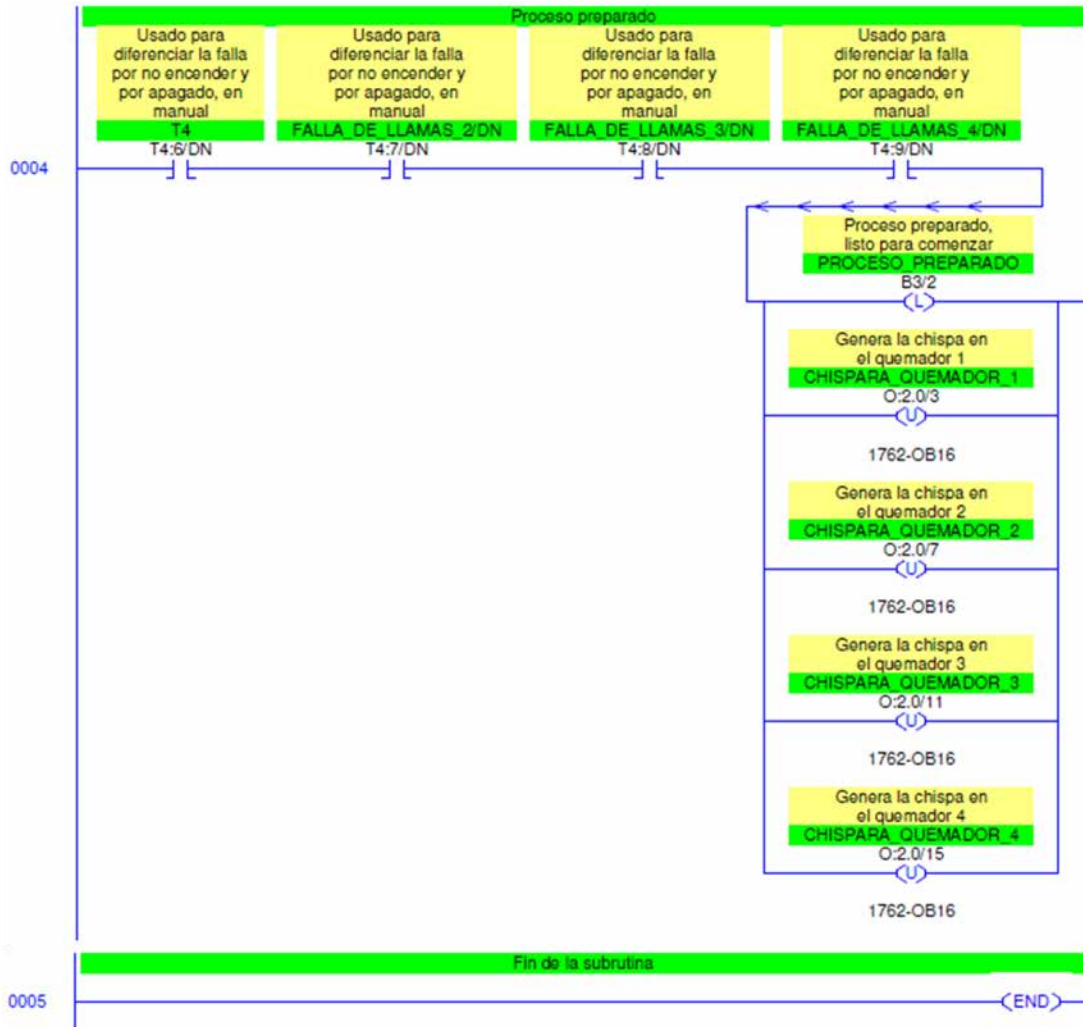
Anexo A7. Código de subrutina para preparación manual



Anexo A7. Cont.



Anexo A7. Cont.



ANEXO B
Ventanas de interfaz gráfica en tamaño real

Anexo B1. Ventana de ingreso y opciones de usuario de la interfaz gráfica

16/10/2017 07:12:40 p.m.	Ventana de ingreso	
Ingresar (F1)		
Usuario ingresado:		
Supervisor		
Opciones de usuario:	F2	Ayuda
Opciones de proceso:	F3	Salir

16/10/2017 07:13:23 p.m.	Ventana de ingreso	
Supervisor	Cerrar	F8
Cambiar clave:	F6	
Desconectarse:	F7	
Opciones de usuario:	F2	Ayuda
Opciones de proceso:	F3	Salir

Anexo B2. Parámetros ajustables en la ventana de proceso

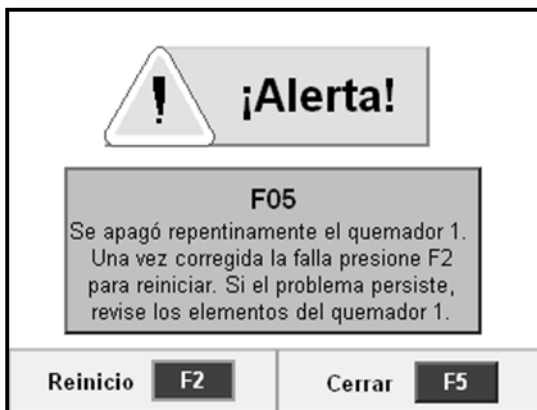
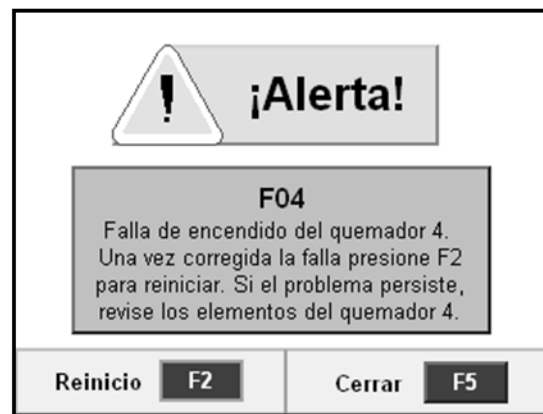
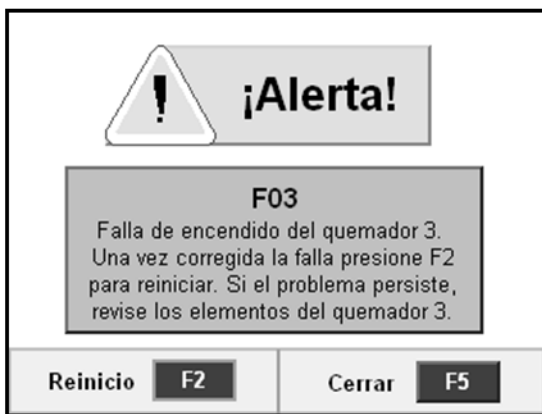
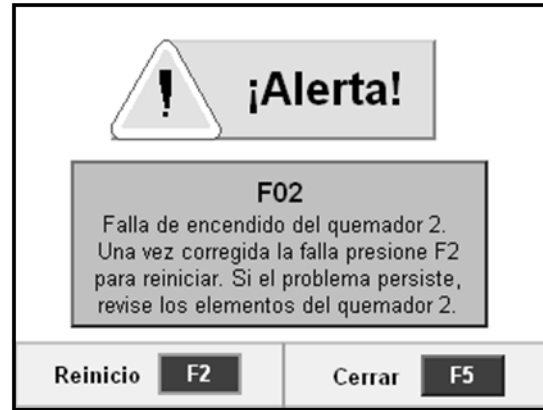
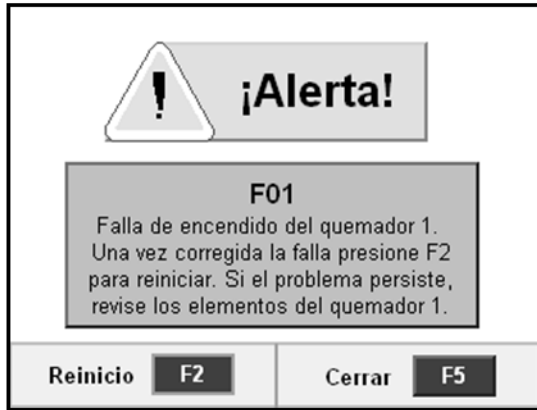
17/10/2017 10:12:09 p.m.		Proceso	
Configuración:	Automático	Cerrar F7	Frecuencia para cinta (F6) 70 %
Estado:	Preparado		
Parámetros ajustables:	Frecuencia Alarma sonora Puertas seguridad	Regresar F5	

16/10/2017 07:15:03 p.m.		Proceso	
Configuración:	Manual	Cerrar F7	Alarma sonora (F6) Inactiva
Estado:	No preparado		
Parámetros ajustables:	Frecuencia Alarma sonora Puertas seguridad	Regresar F5	


16/10/2017 07:15:28 p.m.		Proceso	
Configuración:	Manual	Cerrar F7	Alarma por puerta de seguridad abierta (F6) Activa
Estado:	No preparado		
Parámetros ajustables:	Alarma sonora Puertas seguridad Manual/automát.	Regresar F5	

16/10/2017 07:15:56 p.m.		Proceso	
Configuración:	Automático	Cerrar F7	Configuración (F6) Automático
Estado:	Preparado		
Parámetros ajustables:	Alarma sonora Puertas seguridad Manual/automát.	Regresar F5	

Anexo B3. Ventanas de alarma




Anexo B3. Cont.

 **¡Alerta!**

F07
Se apagó repentinamente el quemador 3.
Una vez corregida la falla presione F2
para reiniciar. Si el problema persiste,
revise los elementos del quemador 3.

Reinicio **F2** Cerrar **F5**

 **¡Alerta!**


F08
Se apagó repentinamente el quemador 4.
Una vez corregida la falla presione F2
para reiniciar. Si el problema persiste,
revise los elementos del quemador 4.

Reinicio **F2** Cerrar **F5**

 **¡Alerta!**


F09
Falla del variador de velocidad.
Una vez corregida la falla presione F2
para reiniciar.

Reinicio **F2** Cerrar **F5**

 **¡Alerta!**


F10
Gavera atascada frente a los
quemadores 1 y 2.
Una vez corregida la falla presione F2
para reiniciar.

Reinicio **F2** Cerrar **F5**

 **¡Alerta!**

F11
Gavera atascada frente a los
quemadores 3 y 4.
Una vez corregida la falla presione F2
para reiniciar.


Reinicio **F2** Cerrar **F5**

 **¡Alerta!**

F12
Gavera atascada en la salida del proceso.
Una vez corregida la falla presione F2
para reiniciar.

Reinicio **F2** Cerrar **F5**

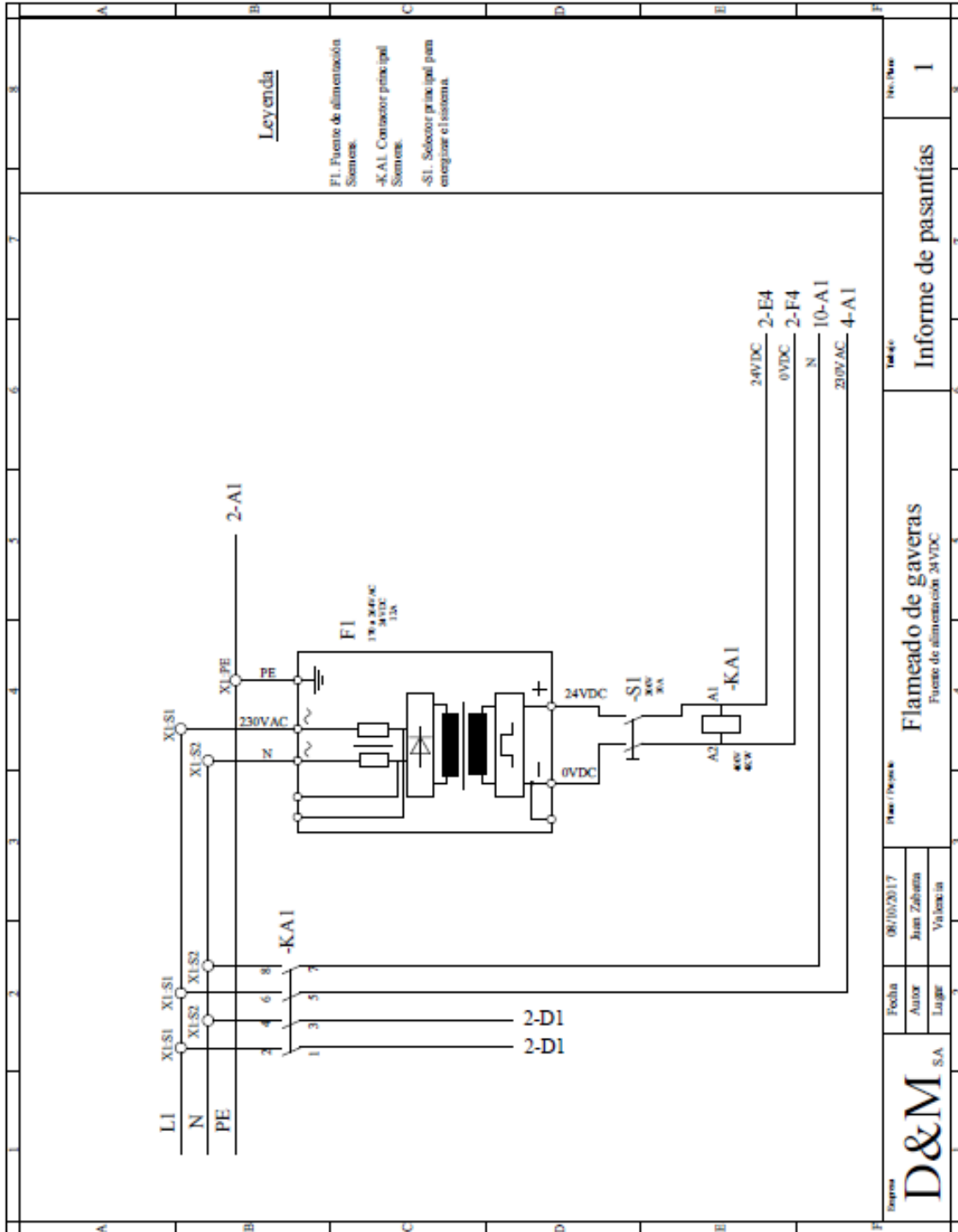
Anexo B3. Cont.

	
¡Alerta!	
F13	
Perdida de sincronía entre las barras de retención y el volteador. Una vez corregida la falla presione F2 para reiniciar.	
Reinicio F2	Cerrar F5

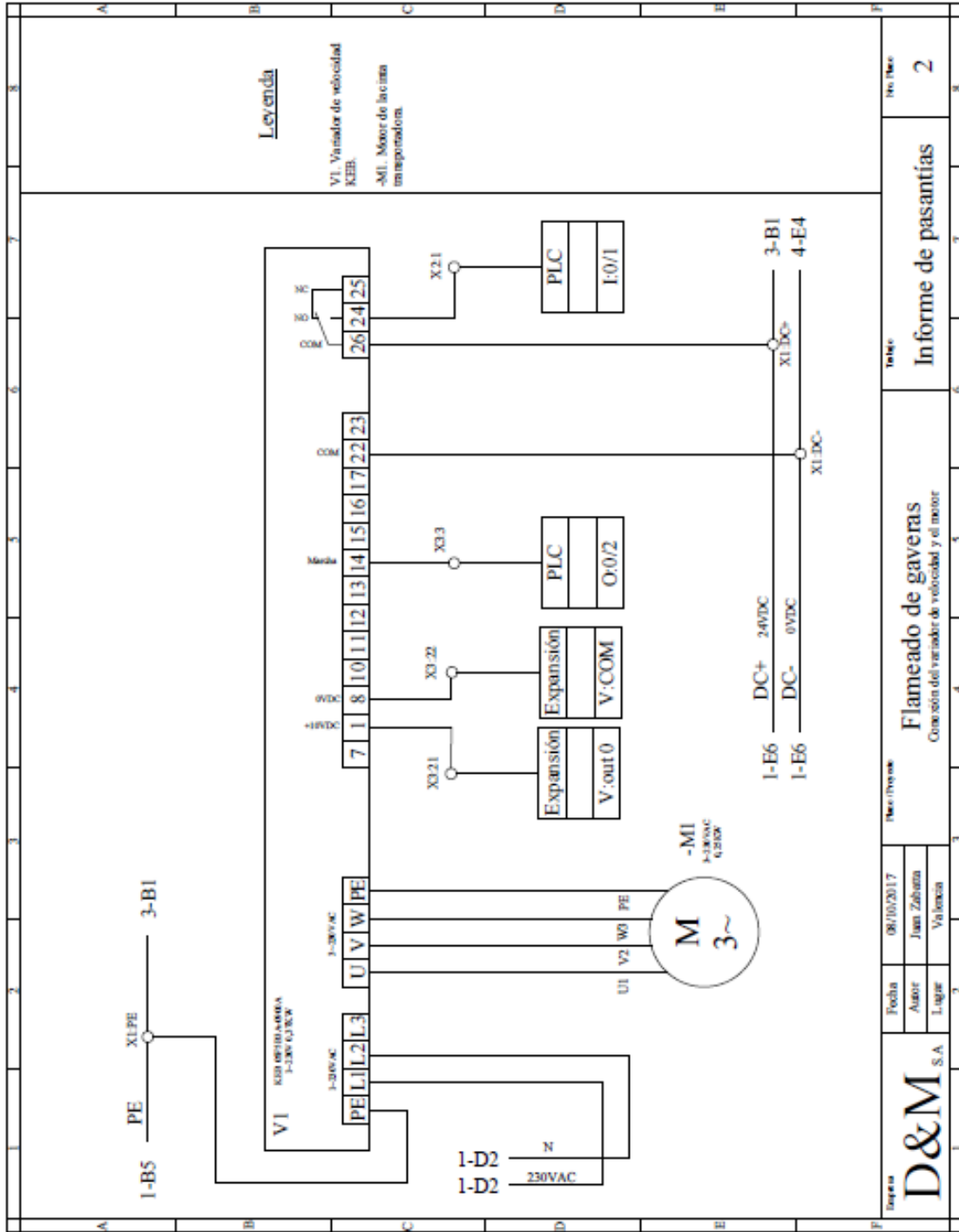
	
¡Alerta!	
F14	
Puertas de seguridad abiertas. Una vez corregida la falla presione F2 para reiniciar.	
Reinicio F2	Cerrar F5

ANEXO C
Planos eléctricos

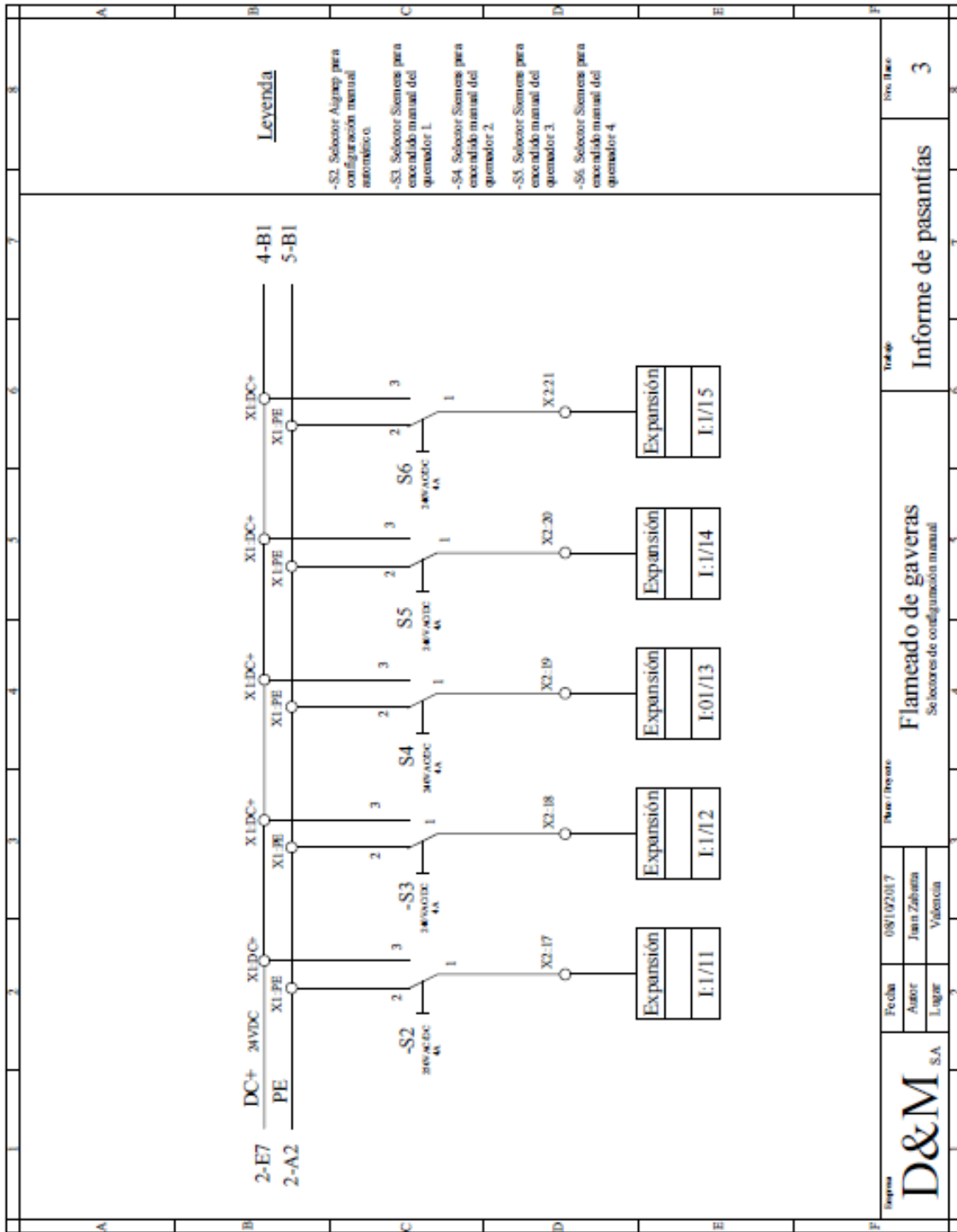
Anexo 8. Alimentación eléctrica del sistema



Anexo 9. Conexión del variador de velocidad

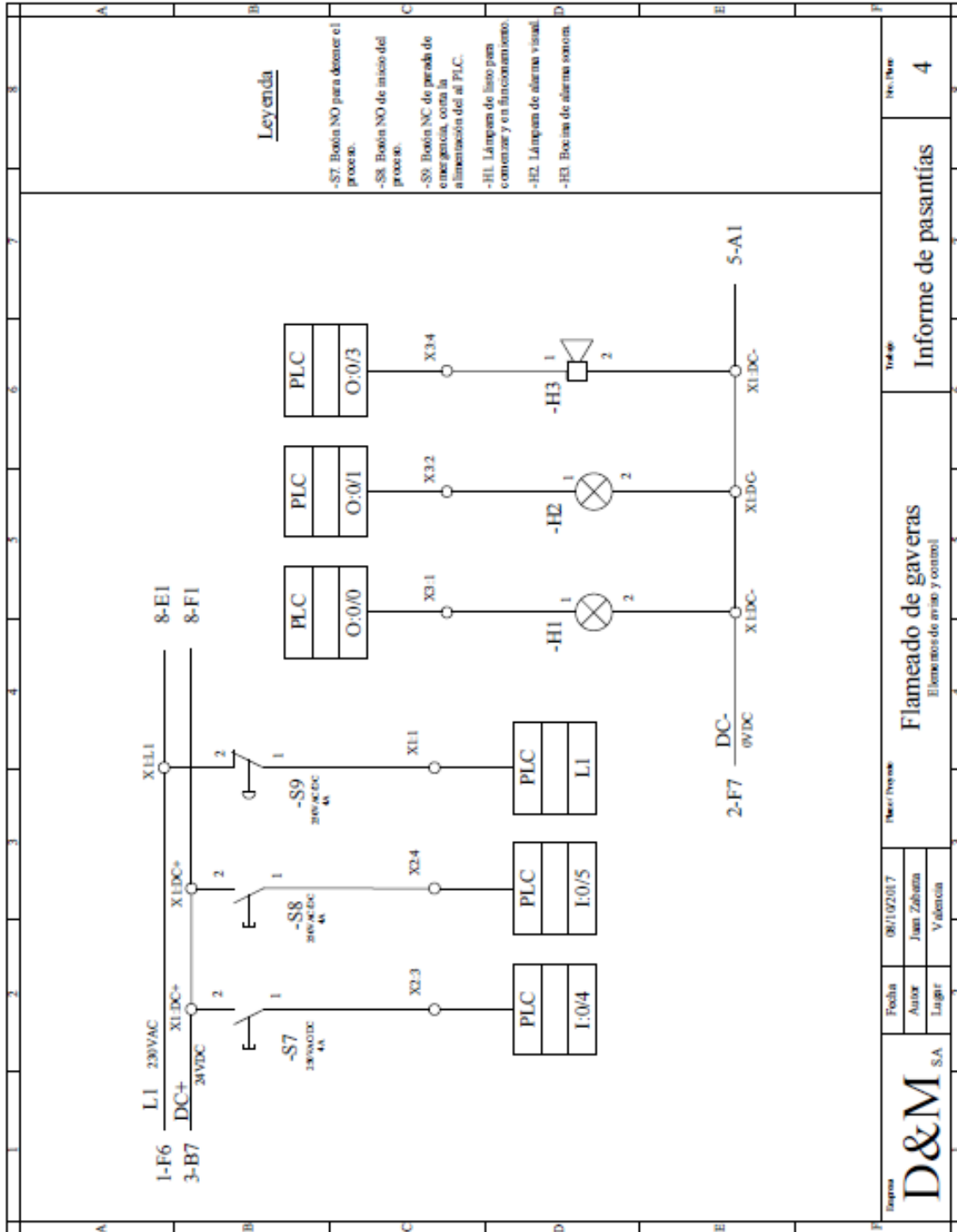


Anexo 10. Conexión de selectores para configuración manual/automático

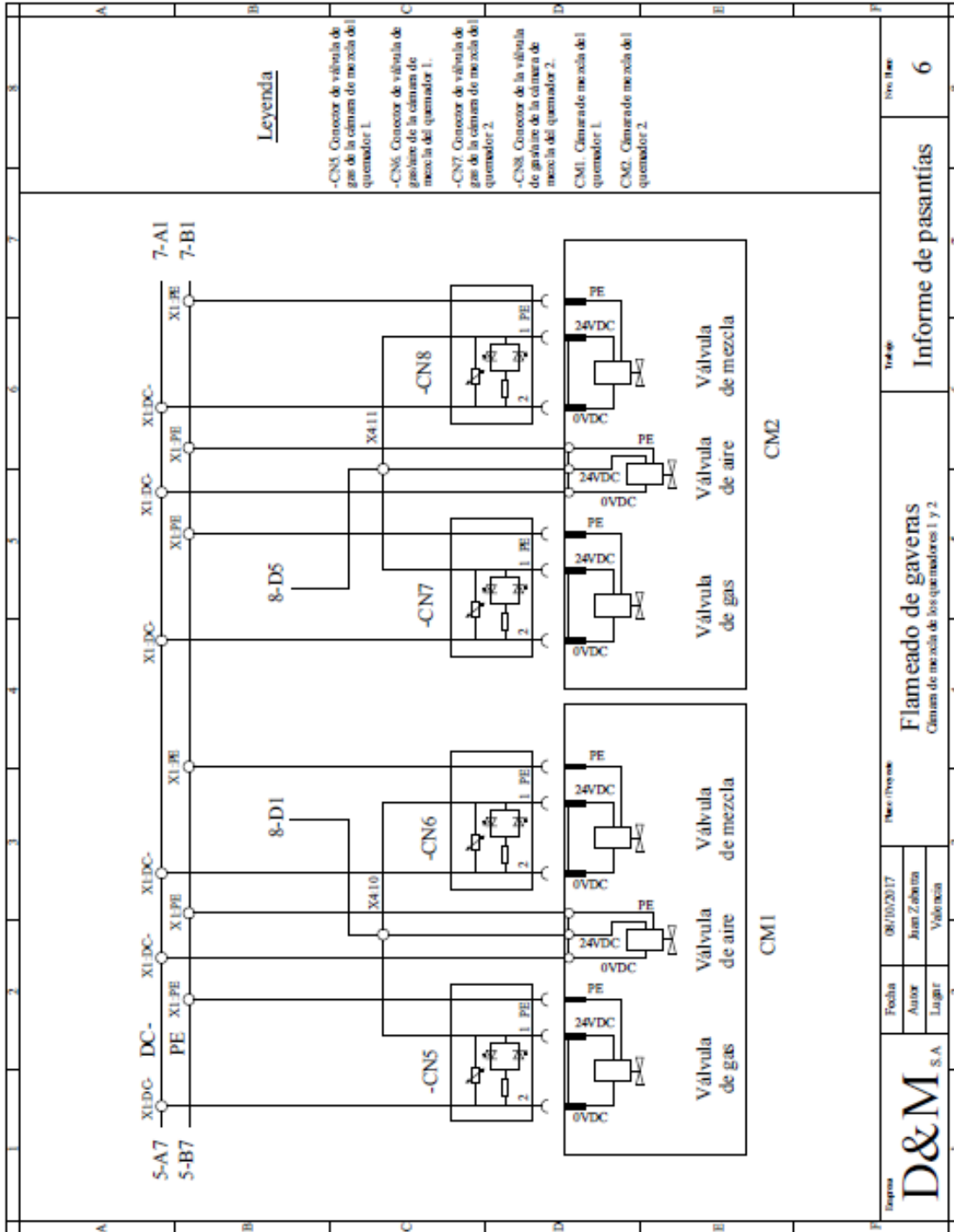


	Fecha	08/10/2017	Rev. / Proyecto	Flameado de gaveras Selectores de configuración manual	Título Informe de pasantías	Dns. Base 3
	Autor	Juan Zabala				
	Lugar	Valencia				

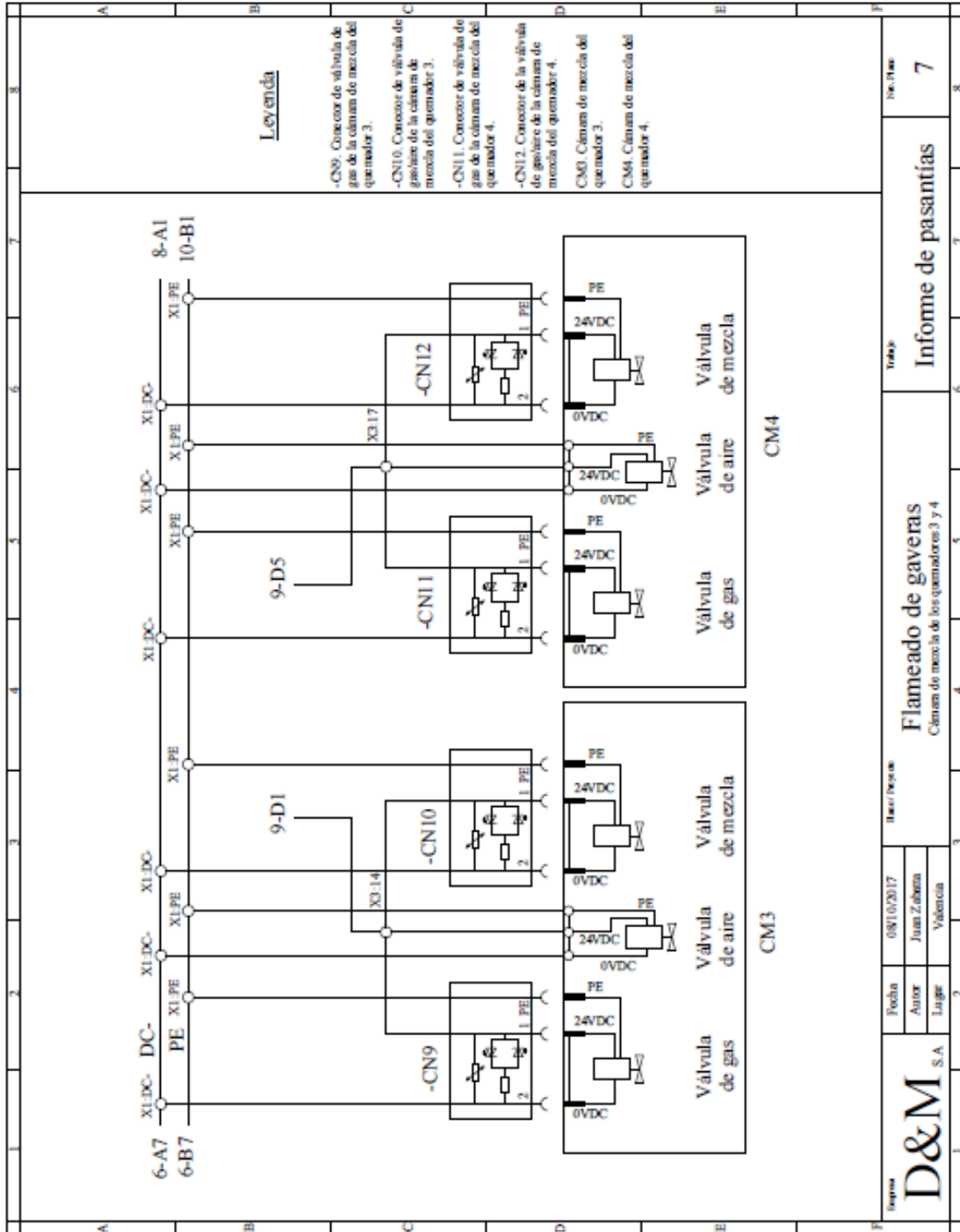
Anexo 11. Conexión de señalizadores y pulsadores



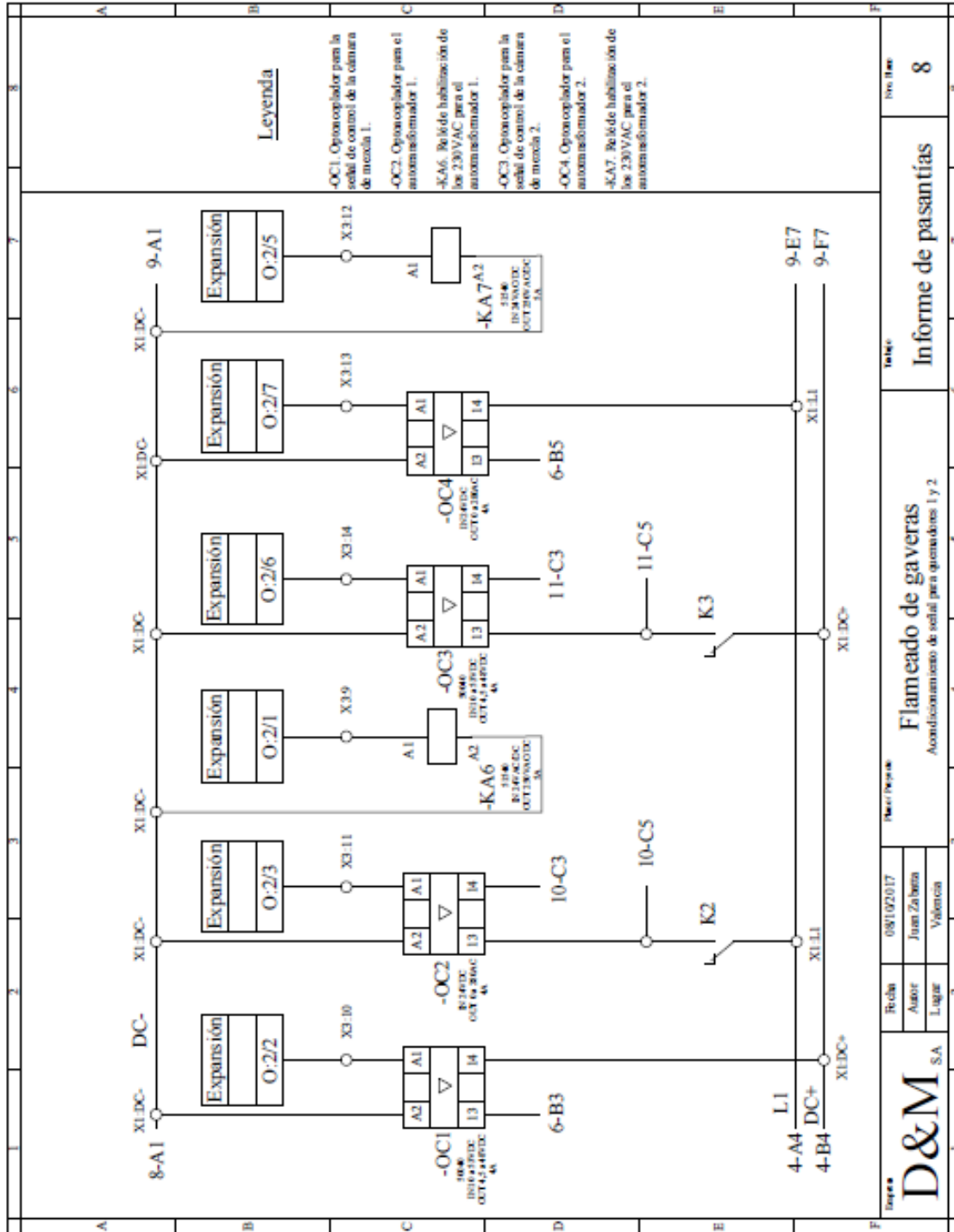
Anexo 13. Conexión de cámaras de mezcla de los quemadores 1 y 2



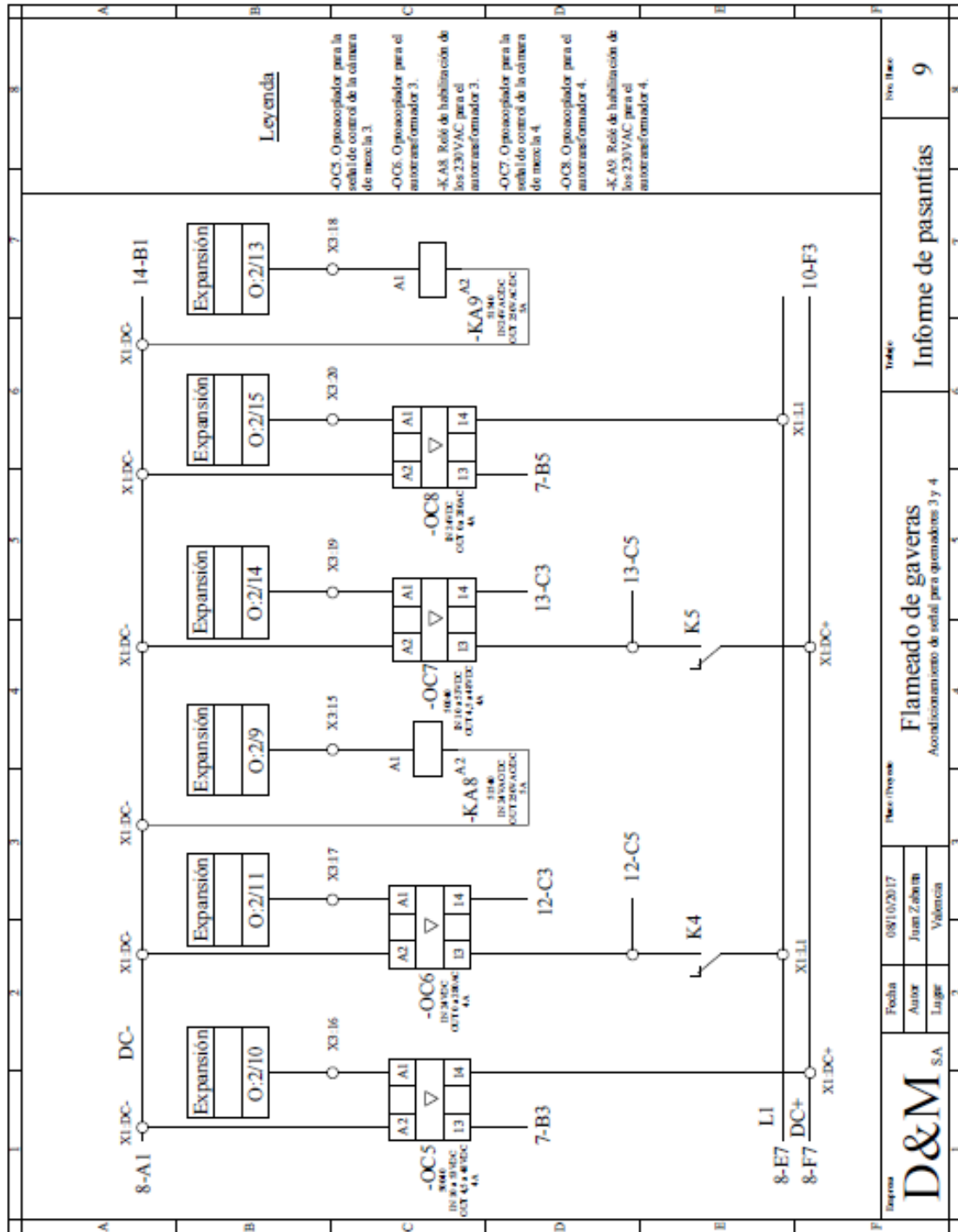
Anexo 14. Conexión de cámaras de mezcla de los quemadores 3 y 4



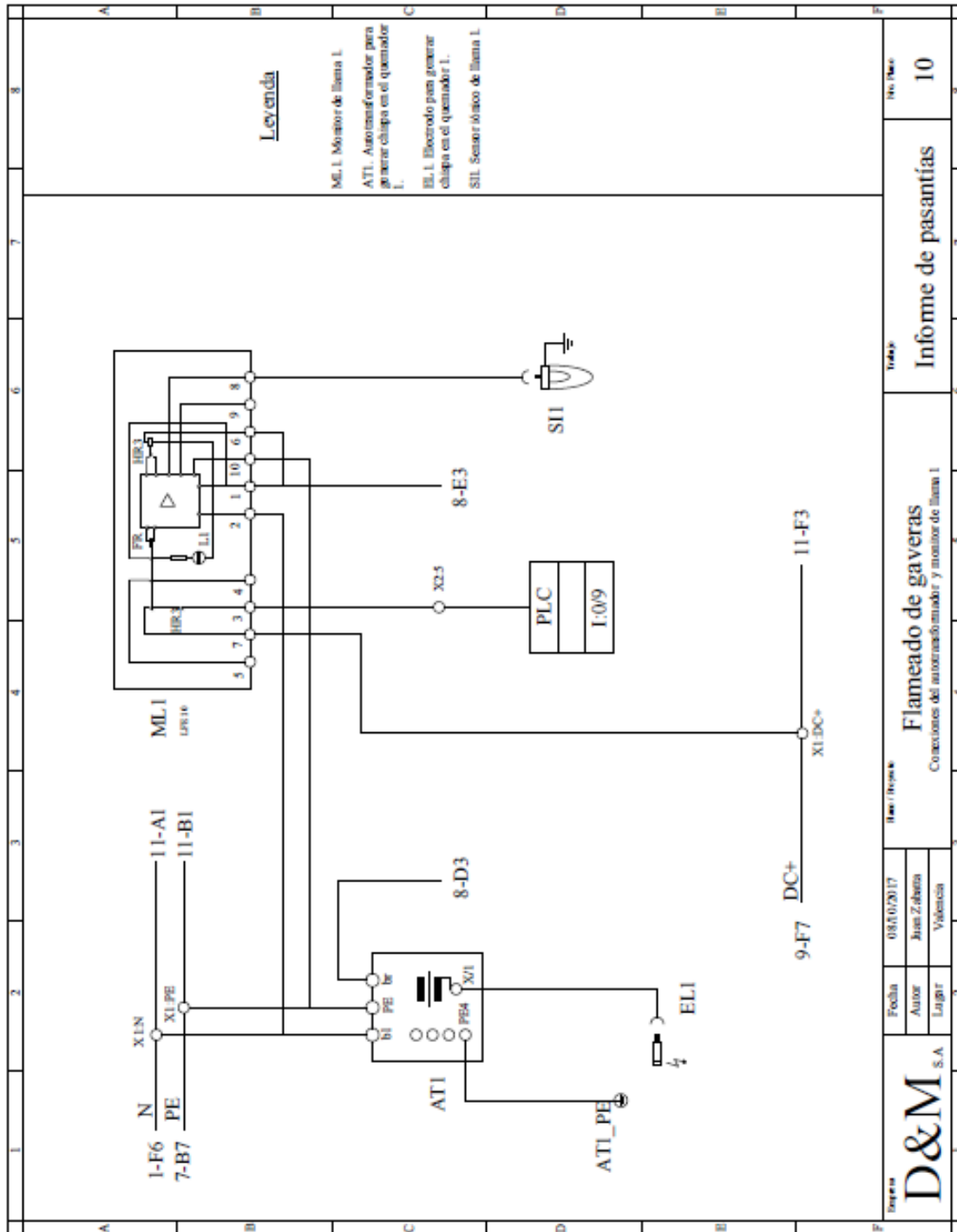
Anexo 15. Acondicionamiento de señales de salida del PLC, parte 1



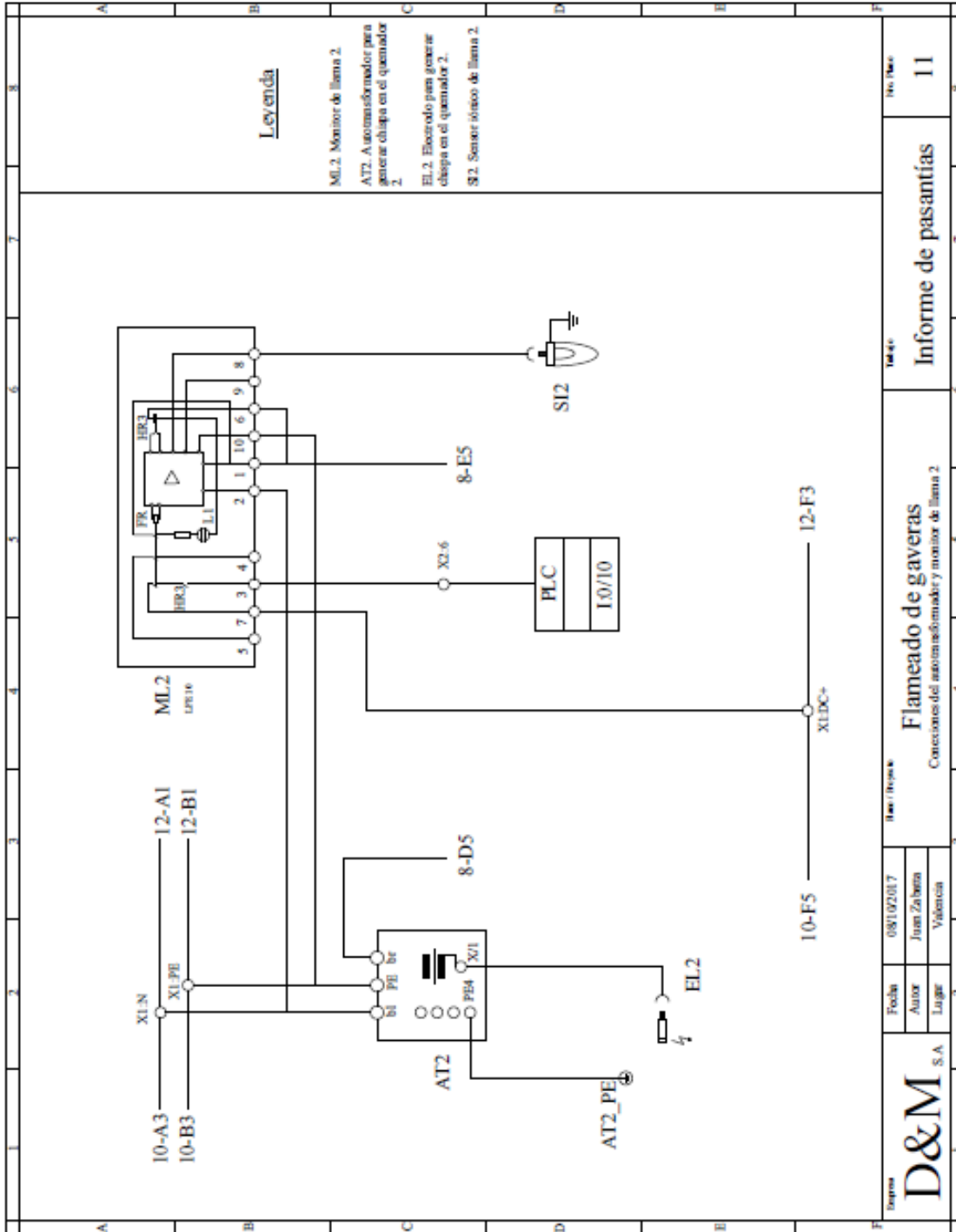
Anexo 16. Acondicionamiento de señales de salida del PLC, parte 2



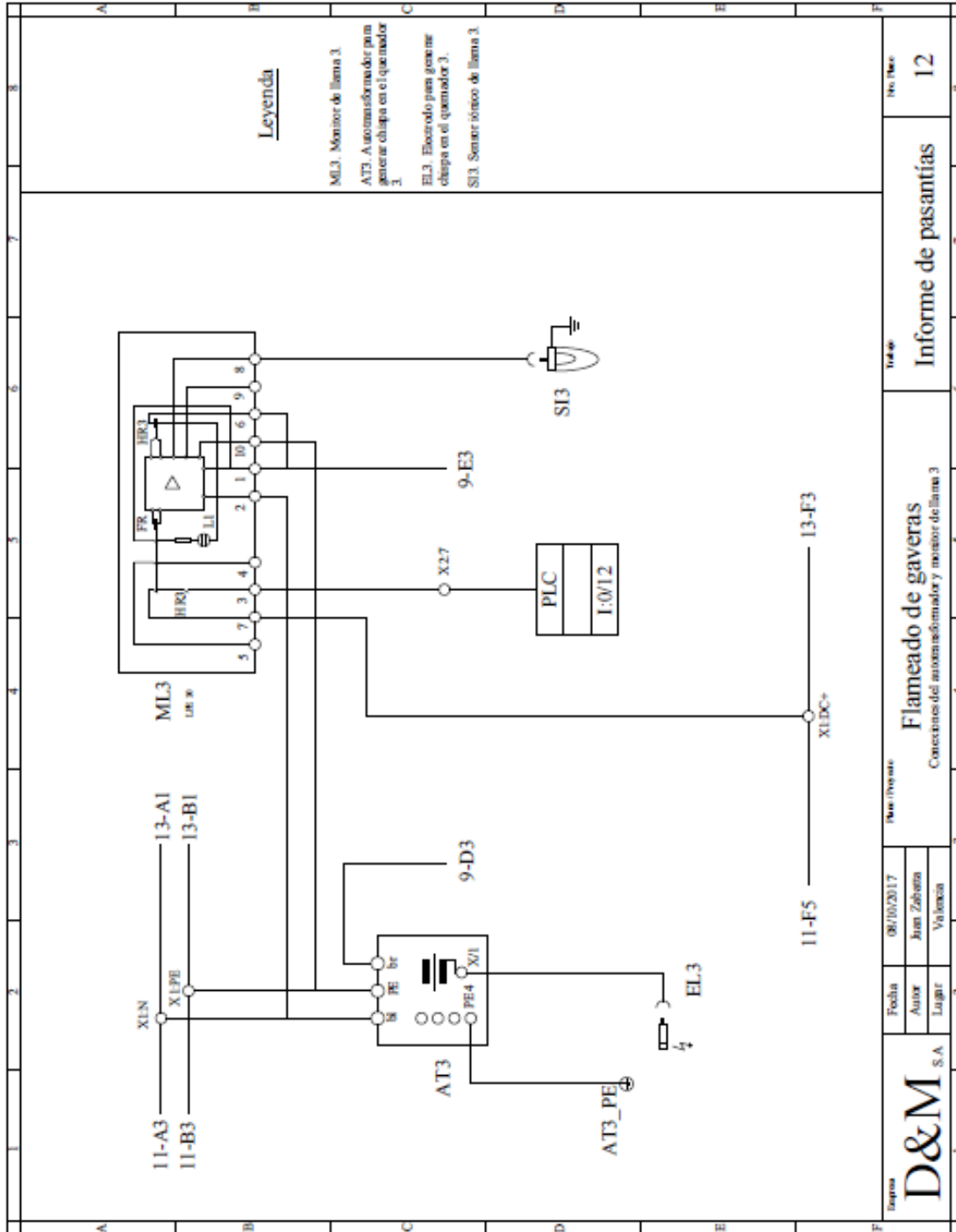
Anexo 17. Conexión del autotransformador y monitor de llama 1



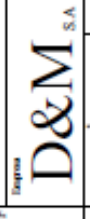
Anexo 18. Conexión del autotransformador y monitor de llama 2



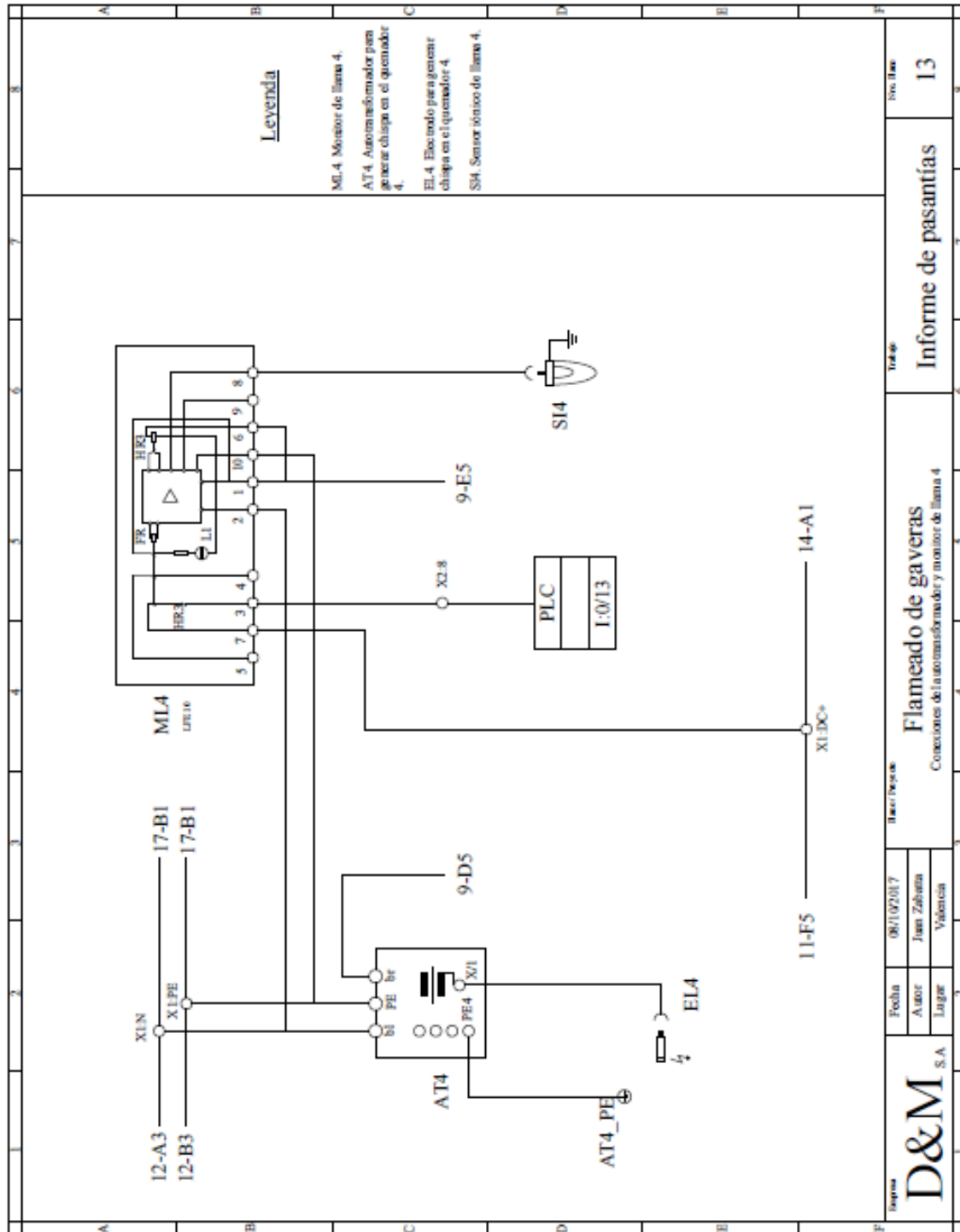
Anexo 19. Conexión del autotransformador y monitor de llama 3



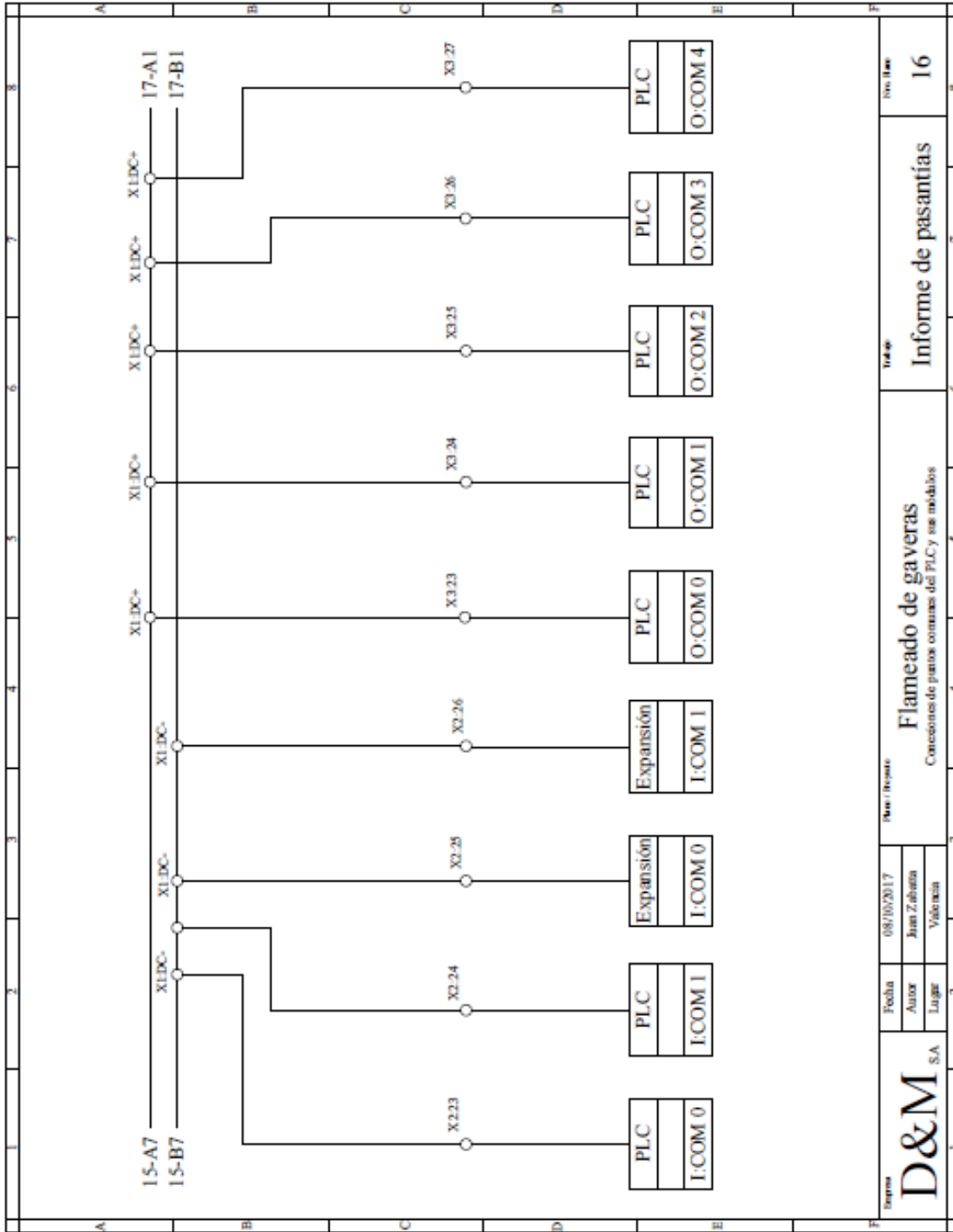
Fecha		08/10/2017		Rev. / Observ.		Flameado de gaveras		Título		No. Hoja	
Autor		Juan Zabala				Conexión del autotransformador y monitor de llama 3		Informe de pasantías		12	
Lugar		Valencia									



Anexo 20. Conexión del autotransformador y monitor de llama 4

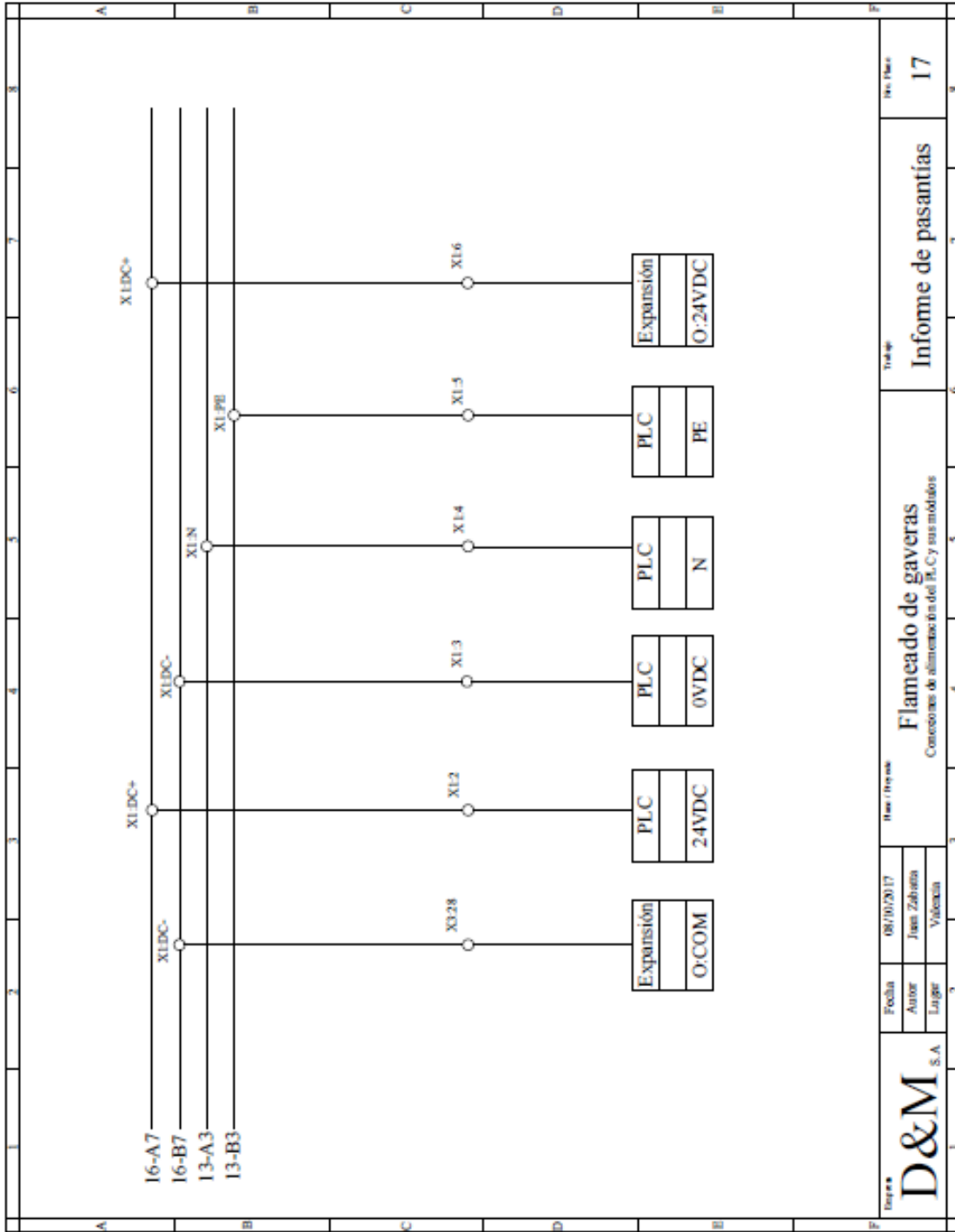


Anexo 23. Conexión de puntos comunes del PLC y sus módulos

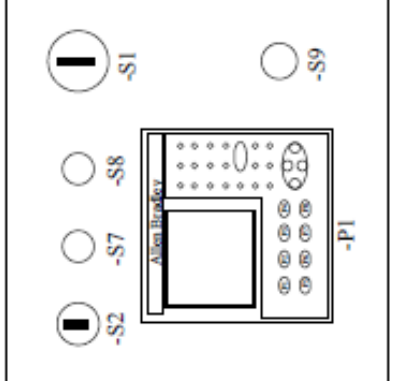


Empresa	Fecha		08/10/2017		Autor	Juan Zabala		Lugar	Valencia		Título	Informe de pasantías		Pág. 16
	Fecha		08/10/2017			Autor			Juan Zabala			Lugar		
Flameado de gaveras Conexiones de puntos comunes del PLC y sus módulos														

Anexo 24. Conexión de alimentación del PLC y sus módulos



Anexo 25. Panel de control del proceso

A	B	C	D	E	F	7	8	9	10
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 0 auto; width: 80%;">  <p style="text-align: center;"> <input checked="" type="radio"/> -S1 <input type="radio"/> -S8 <input type="radio"/> -S9 <input checked="" type="radio"/> -S2 <input type="radio"/> -S7 </p> <p style="text-align: center;"> Alarma Inactiva -P1 </p> </div>						Informe de pasantías		No. Hoja 18	
Levenda -S1. Selector principal para energizar el sistema. -S2. Selector para configuración manual y automático. -S7. Botón NO para detener el proceso. -S8. Botón NO para iniciar el proceso. -S9. Botón NC parada de emergencia. P1. Pantalla HMI.						Flameado de gaveras Panel de control del proceso			
Fecha: 08/10/2017		No. Proyecto:		Autor: Juan Zabala		Lugar: Valencia			
Autor:		Lugar:		S.A.		D&M			
A	B	C	D	E	F	7	8	9	10