



CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

# REPORTE DE PROYECTO INDUSTRIAL

“Automatización de estación  
para remachado de  
componentes”.

QUE PARA OBTENER

LA ESPECIALIDAD TECNÓLOGO EN  
MECATRÓNICA

PRESENTA:

ING. Gerardo Cruz Reyes.

Tutor Académico

Mtro. José Antonio Cruz Ledesma.

Tutor Planta

Ing. Juan Noé Reyes Elias.

SANTIAGO DE QUERÉRETARO, QUERÉRETARO,  
30 de agosto de 2017.



---

## *Agradecimientos*

Agradezco al CONACYT por el apoyo económico brindado durante la estancia de la Especialidad de Tecnólogo en Mecatrónica.

Agradezco al CIDESI, esta institución de enorme calidad, que me brindó todo el apoyo durante mi estancia en la Especialidad de Tecnólogo en Mecatrónica.

Quiero agradecerle a mi asesor de proyecto, el Mtro. José Antonio Cruz Ledesma y al Ing. Jorge Ramírez Barcenás, sus conocimientos invaluable que me brindaron para llevar a cabo este proyecto final.

Agradezco a aquellas grandes personas que hacen posible el conocimiento en las aulas de la sección, los excelentes profesores del programa de la Especialidad.

A mis compañeros de la generación, por todos los buenos y malos momentos que viví con ellos. A todos los que alguna vez han compartido sus conocimientos para enriquecernos todos.

Agradezco a mi padres por brindarme todo su apoyo y a mi familia que siempre estuvieron conmigo en todo momento, mi principal motivo.



CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN TECNOLÓGICA

**AUTORIZACIÓN**  
**PUBLICACIÓN EN FORMATO ELECTRÓNICO DE TESIS**

Fecha: 31/08/2017

El que suscribe

Alumno (a) Gerardo Cruz Reyes.

CURP CURG921003HOCRYR01. CVU 789406.

ORCID orcid.org/0000-0001-6955-0869

Correo electrónico (opcional)

[g\\_era1992@hotmail.com](mailto:g_era1992@hotmail.com)

Egresado (a) de Especialidad Tecnólogo en Mecatrónica

Autor de la Tesis titulada

Automatización de estación para remachado  
de componentes "

Por medio del presente documento autorizo<sup>1</sup> en forma gratuita y permanente a que la Tesis arriba citada sea divulgada y reproducida para publicarla mediante almacenamiento electrónico que permita el acceso al público a leerla y conocerla visualmente, así como a comunicarla públicamente en Página Web. La única contraprestación que condiciona la presente autorización es la del reconocimiento del nombre del autor en la publicación que se haga de la misma.

Atentamente

-----  
Nombre y firma del tesista

<sup>1</sup> Ley Federal de Derechos de Autor

Para obtener tu ORCID regístrate en: <https://orcid.org/register>

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>8</b>
1.1. Propósito . . . . .	8
1.2. Jutificación . . . . .	8
1.3. Objetivo general . . . . .	8
1.4. Objetivos específicos . . . . .	8
1.5. Alcances . . . . .	9
1.6. Limitaciones . . . . .	9
<b>2. Definición del proyecto</b>	<b>10</b>
<b>3. Marco teórico</b>	<b>11</b>
<b>4. Desarrollo</b>	<b>14</b>
4.1. Descripción General . . . . .	14
4.1.1. Perspectiva . . . . .	14
4.2. Diseño de control . . . . .	14
4.2.1. Grafcet . . . . .	14
4.2.2. Antecedentes . . . . .	14
4.3. METODOLOGÍA GRAFCET: CONCEPTOS BÁSICOS . . . . .	15
4.3.1. Etapas . . . . .	15
4.3.2. Acciones asociadas a las etapas . . . . .	15
4.3.3. Transición . . . . .	16
4.3.4. Receptividad asociada a la transición . . . . .	16
4.3.5. Uniones orientadas . . . . .	16
4.3.6. Reglas de Evolución . . . . .	17
4.3.7. Secuencia la cual realizará la maquina. . . . .	18
4.4. GEMMA . . . . .	19
4.4.1. Grupo F: Procedimientos de funcionamiento . . . . .	21
<b>5. Resultados</b>	<b>25</b>

<b>6. Conclusión</b>	<b>27</b>
<b>7. Anexos</b>	<b>28</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>47</b>

## Índice de figuras

1.	Modelo estructural de un sistema automatizado. . . . .	11
2.	Niveles de la automatización. . . . .	12
3.	Diseño mecánico de la máquina de remachado. . . . .	19
4.	Situaciones de la GEMMA . . . . .	20
5.	Diagrama de bloques de la GEMMA . . . . .	24
6.	Inicio del Gratcef modo automático . . . . .	25
7.	Gratcef modo automático a diagrama de escalera en Studio500 . . . . .	26
8.	Diagrama de bloques de la GEMMA . . . . .	28

### **Resumen**

El proposito de este reporte es diseñar el control de la maquina de remachado mediante software de programación para el PLC Allen-Bradley su software Studio5000 de Rockwell Automation, para llevar un buen funcionamiento se hara uso del graficet para el modo automático y reset, la gemma son los estados de la maquina, para obtener mejores resultados en la secuencia verificando todo tipo de estado posibles en el que pueda encontrarse la maquina

# 1. Introducción

## 1.1. Propósito

El propósito de este documento es ayudar al operador o cliente para la automatización de maquinas en la cual por medio de PLC's (Control Lógico Programable) en su diseño de control para la operación de la maquina.

## 1.2. Jutificación

La realización de este proyecto asentará las bases para el desarrollo de la máquina, la cual estará funcionando haciendo lo procesos industriales más rápidos y dará paso a un mejor desarrollo.

El proyecto es conveniente para llevar a cabo la parte de automatización en la industria, ya que esta basado en la automatización de una máquina de remachado el cual sirve y es demasiado útil en la industria, los beneficios que este trabajo proporcionara son demasiados útiles para la industria el cual cabe mencionar se tratara sobre un pequeño manual sobre esta máquina de remachado ayudando a resolver problemas en la industria.

## 1.3. Objetivo general

Automatizar la máquina de remachado el cual su propósito es insertar tres acopladores a un tubo y tapa al mismo tiempo, el cual sera manipulado y controlado por un plc Allen-Bradley. Control de la máquina de remachado mediante la programación mediante sus sistemas automático y reset para el funcionamiento correcto de la maquina verificando posibles errores mediante los estados que define la gemma.

## 1.4. Objetivos específicos

1. Programación del PLC para las secuencias de la maquina de remachado mediante lenguaje de programación de diagrama escalera.
2. Realización de grafcet y gemma para el control de las rutinas del PLC.



3. Listado entradas y salidas para la programación.
4. Escribir un documento técnico sobre el proyecto realizado.

## **1.5. Alcances**

El proyecto solo quedo en la fase de programación por lo que aun no se cuenta con la maquina física solo en diseño mecánico, con esas contemplaciones se llevara acabo los siguientes trabajos antes mencionados en los objetivos específicos.

## **1.6. Limitaciones**

- La programación de las rutinas o secuencias solo quedaran en revisión ya que la máquina esta en proceso de construcción mecánica.
- No se realizaron pruebas de comunicación y descarga del programa realizado en estudio hacia el PLC Allen-Bradley

## 2. Definición del proyecto

A lo largo de la realización del proyecto, se utilizaran diferentes herramientas de ayuda se desarrollara el proyecto para la maquina de remachado, utilizando el software Studio 5000 de Rockwell Automation, se realizará el programa para el funcionamiento de la maquina mediante el lenguaje escalera, el cual conlleva a usar Grafcet y la GEMMA para su buen funcionamiento ya estos son de gran importancia en el proceso automático, Reset y GEMMA de la maquina lo cuales son los posibles estados de defecto en los que se encontrara la máquina en función.

### 3. Marco teórico

El concepto de automatización se asocia con la eliminación o disminución de la participación humana en los diferentes procesos productivos teniendo en cuenta la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción con mayor eficiencia y eficacia. Adicionalmente, dicho concepto significa la integración, con fines estratégicos, de un amplio abanico de información avanzada y descubrimientos de ingeniería de punta en los procesos de producción. En ese sentido, la automatización está compuesta por una parte operativa encargada de la ejecución de las diferentes actividades que hacen parte de un proceso a través de los diferentes elementos que lo conforman; y una parte de control que se encarga de coordinar las actividades del proceso entre las cuales se encuentra el control de calidad, la gestión de herramientas y las operaciones de supervisión.

A continuación se presenta el esquema de un sistema automatizado teniendo en cuenta las partes que lo conforman:

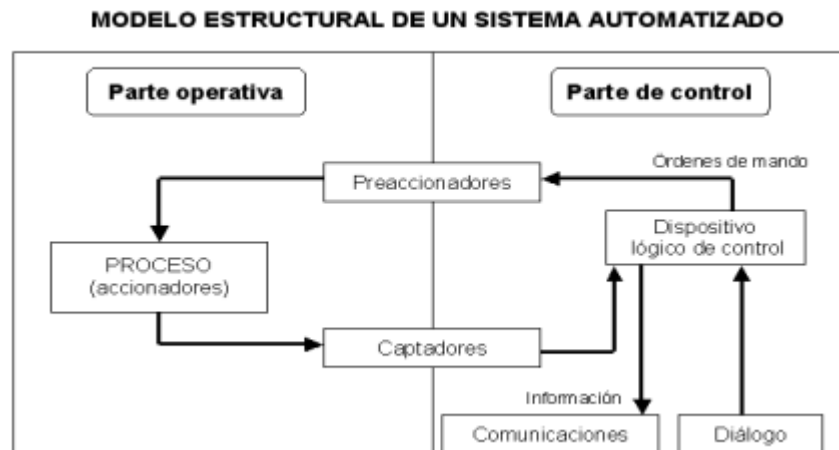


Figura 1: Modelo estructural de un sistema automatizado.

Los pre-accionadores son elementos que se usan para activar el accionador el cual permite ejecutar movimientos dentro de un sistema y puede ser de tipo neumático, hidráulico o eléctrico. Por su parte, los captadores son aquellos elementos que reciben la señal para enviarla al dispositivo de control. El control automático es el mantenimiento del valor de

cierta condición a través de su medida, de la determinación de la desviación en relación con el valor deseado, y de la utilización de la desviación para así generar y aplicar una acción de control capaz de reducir o anular la desviación. De acuerdo al nivel o al sistema automatizado el control puede ser de tipo neumático o de tipo electrónico y según su aplicación este puede ser con valor fijo (constante) o con valor variable (que cambia en el tiempo). Según las necesidades de la empresa y al aspecto económico relacionado con la inversión estimada para un proyecto determinado, existen diferentes niveles de la automatización que se muestran en la siguiente gráfica:



Figura 2: Niveles de la automatización.

Existen diferentes tipos de tecnologías utilizadas en los procesos de automatización entre los cuales se destacan la neumática, hidráulica, mecánica y electrónica. El concepto de neumática se asocia con la producción de aire comprimido con el fin de transformarlo en energía para la ejecución de diferentes tareas de un proceso específico. Los sistemas neumáticos se componen principalmente de:

- Fuente de energía neumática: Es el medio por el cual se produce y distribuye el aire comprimido. ” El elemento central en una instalación productora de aire comprimido es el compresor cuya función es tomar el aire a presión atmosférica y aumentar su presión mediante la compresión de este fluido.
- Instrumentos de control: Son elementos de mando que regulan el proceso de un sistema neumático. Los principales instrumentos de control son manómetros y válvulas neumáticas.

- Actuadores neumáticos: Son los elementos que permiten la transformación de la energía neumática en trabajo mecánico. Los tipos de actuadores son los cilindros que convierten la energía en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, y los motores que genera un movimiento de rotación. Estos actuares tienen diferentes clasificaciones de acuerdo al trabajo requerido o a la aplicación necesaria en el sistema.

Entre las principales características del aire comprimido se pueden destacar la abundancia, la facilidad de transporte y almacenamiento, que es un aire limpio, y que es un medio de trabajo que permite obtener altas velocidades en los procesos. Entre los dispositivos electrónicos utilizados en los diferentes procesos de automatización están los sensores. Estos dispositivos tienen la capacidad de detectar la variación de una magnitud física tales como temperatura, iluminación, movimiento y presión; y de convertir el valor de ésta, en una señal eléctrica ya sea analógica o digital. Existen diferentes tipos de sensores entre los cuales están los sensores capacitivos, inductivos, sensores ópticos, sensores ultrasónicos. Para la selección del sensor adecuado para cierta aplicación es importante tener en cuenta el material a ser detectado. Para aplicaciones como la detección de objetos a través de una plataforma de transporte, el conteo de piezas y la detección de la posición de un material, el sensor óptico es el más utilizado.

## 4. Desarrollo

### 4.1. Descripción General

#### 4.1.1. Perspectiva

El siguiente diseño de control surge mediante las necesidades de mejorar un proceso industrial, para ello será mediante la automatización de maquinas para los procesos industriales cabe destacar que sera el caso de la maquina de ensamble, mediante cierto de señales las cuales serán enviadas y recibidas por el PLC, este mismo desarrolla sus funciones mediante de un lenguaje de programación para llevar a cabo su principal función el controlar esta máquina.

### 4.2. Diseño de control

#### 4.2.1. Grafcet

#### Introducción

La programación del autómatas consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones, escritas en un lenguaje de programación concreto. Estas instrucciones están disponibles en el sistema de programación y resuelven el control de un proceso determinado. Es por ello que hemos seleccionado al Grafcet por su lógica amigable en la programación y aprovechamiento del autómatas, para describir un poco mas de sus características.

#### 4.2.2. Antecedentes

El Grafcet surge en Francia a mediados de los años 70, debido a la colaboración de algunos fabricantes de autómatas, como Telemecanique y Aper con dos organismos oficiales, AFCET (Asociación francesa para la cibernética, economía y técnica) y ADEPA (Agencia nacional para el desarrollo de la producción automatizada), homologado en Francia, Alemania, y posteriormente por la comisión Electrónica Internacional (IEC 848, año1988).

Actualmente es una herramienta imprescindible cuando se trata de automatizar procesos

secuenciales de cierta complejidad con autómatas programables.

El Grafcet es un diagrama funcional que describe la evolución del proceso que se quiere automatizar. Está definido por elementos gráficos y reglas de evolución que reflejan la dinámica del comportamiento del sistema.

Todo automatismo secuencial o concurrente se puede estructurar en una serie de etapas que representan estados o subestados del sistema en los cuales se realiza una o más acciones, así como transiciones, que son las condiciones que deben darse para pasar de una etapa a otra.

### 4.3. METODOLOGÍA GRAFCET: CONCEPTOS BÁSICOS

El Grafcet se compone de un conjunto de:

- Etapas o Estados a las que van asociadas acciones.
- Transiciones a las que van asociadas receptividades.
- Uniones Orientadas que unen las etapas a las transiciones y las transiciones a las etapas.

#### 4.3.1. Etapas

Una etapa se caracteriza por un comportamiento invariable en una parte o en la totalidad de la parte de mando. En un momento determinado, y según sea la evolución del sistema:

- Una etapa puede estar activa o inactiva.
- El conjunto de las etapas activas definen la situación de la parte de mando.

#### 4.3.2. Acciones asociadas a las etapas

Las acciones están descritas, literal o simbólicamente, en el interior de uno o varios rectángulos unidos al símbolo de la etapa a la que van asociados. Tanto las acciones asociadas a las etapas como las receptividades asociadas a las transiciones se pueden describir a dos niveles:

### 4.3.3. Transición

Una transición indica la posibilidad de evolución entre etapas. Esta evolución se consuma al producirse el franqueo de la transición. El franqueo de una transición provoca el paso en la parte de mando de una situación a otra situación.

Una transición puede estar validada o no validada. Se dice que está validada cuando todas las etapas inmediatamente unidas a esta transición están activas.

Una transición entre dos etapas se representa mediante una línea perpendicular a las uniones orientadas, también puede llevar una línea paralela a las uniones orientadas. Para facilitar la comprensión del Grafcet cada transición puede ir numerada a la izquierda de la línea perpendicular.

### 4.3.4. Receptividad asociada a la transición

A cada transición va asociada una proposición lógica llamada receptividad que puede ser evaluada a verdadero o falso. Entre todas las informaciones disponibles en un momento determinado, la receptividad agrupa solamente aquellas que son necesarias para el franqueo del transición. La receptividad es función de informaciones externas (entradas) o internas (estado de contadores, temporizadores, estados activos o inactivos de otras etapas).

Las entradas de la parte de mando corresponden a las informaciones externas provenientes de la parte operativa, de consignas dadas por el operador, o de informaciones de otros sistemas.

La receptividad va escrita literal o simbólicamente, preferentemente a la derecha del símbolo de la transición.

### 4.3.5. Uniones orientadas

Las uniones orientadas unen las etapas a las transiciones y las transiciones a las etapas. Señalan el camino de las evoluciones.

Las uniones orientadas se representan mediante líneas horizontales o verticales. Las líneas oblicuas pueden ser empleadas excepcionalmente siempre que añadan claridad al



diagrama. Por convenio, el sentido de las evoluciones en un Grafcet es de arriba hacia abajo.

Las flechas se utilizan para señalar la orientación de las uniones:

- cuando no se respeta el convenio.
- en casos especiales, siempre que su presencia aporte claridad y facilite la comprensión de las evoluciones del Grafcet.

### 4.3.6. Reglas de Evolución

#### **Situación Inicial**

La situación inicial del Grafcet caracteriza el comportamiento inicial de la parte de mando en relación a la parte operativa, y corresponde a las etapas activas al comienzo del funcionamiento. Si esta situación es siempre la misma, caso de los automatismos cíclicos, estará caracterizada por las etapas iniciales. Este caso corresponde a un comportamiento de reposo.

En el caso de automatismos no cíclicos, la situación de partida depende del estado del proceso en el momento de la puesta en marcha de la parte de mando. La forma de establecer la situación inicial debe ser definida en el Grafcet o en documentación adjunta.

#### **Franqueo de una Transición**

La evolución de la situación del Grafcet correspondiente al franqueo de una transición no puede producirse más que:

- cuando esta transición está validada y cuando la receptividad asociada a esa transición es cierta.

Cuando estas dos condiciones se cumplen, la transición es franqueable entonces es franqueada obligatoriamente.

#### 4.3.7. Secuencia la cual realizará la maquina.

El objetivo de la estación es insertar 3 acopladores y una tapa al tubo. Los acopladores quedarán unidos al tubo debido a una deformación en su parte que entra al tubo. La tapa quedará unida al tubo debido a la presión de contacto entre la superficie interior del tubo y la superficie exterior del borde de la tapa.

1. Se inicia con los sistemas de remachado e inserción de tapa vacíos sin componente para ensamblar.
2. El operador coloca los tres acopladores en el herramental del sistema de remachado, las geometrías cilíndricas del herramental, perpendiculares una con otra, aseguran el alineamiento de los acopladores. Tres sensores láser corroboran la presencia de cada acoplador.
3. El operador coloca el tubo sobre los acopladores. El tallo de cada acoplador entra en cada uno de los agujeros del tubo, un sensor inductivo corrobora la presencia de la pieza.
4. El operador da inicio a la máquina, el clamp del sistema de remachado baja para asegurar el tubo. El cilindro neumático del sistema de remachado, vástago retraído inserta los acopladores, la geometría cónica de tres dados deformadores.
5. El operador coloca la tapa sobre el herramental vertical en el sistema de inserción de tapa.
6. El operador retira el tubo del sistema de remachado y lo coloca al de inserción de la tapa, en posición vertical y apoyando en dos soportes laterales cada uno con sensor inductivo para corroborar la presencia. Tres sensores láser corroboran la presencia de cada acoplador en el sistema de inserción de tapa.
7. El operador realiza los pasos 2 y 3.
8. El operador da inicio a la máquina. Paralelamente a las operaciones del paso 4. Se dispensa flux desde la parte superior de la inserción de la máquina. Un sensor de

cortina corrobora el paso del fluido El cilindro del sistema de inserción avanza. una vez terminado el proceso los actuadores regresan a su posición inicial.

9. la maquina se para el interlock se abre y da paso al operador retirar las piezas. En la siguiente figura 3. Se muestra el diseño mecánico de la máquina para la cual se realizará el diseño de control.

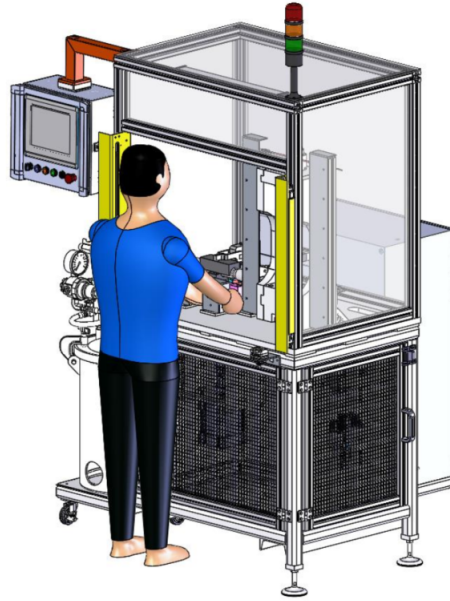


Figura 3: Diseño mecánico de la máquina de remachado.

#### 4.4. GEMMA

Descripción de la guía GEMMA

- utomatismo consta de dos partes fundamentales: sistema de producción + control de este sistema
- El control puede estar alimentado o sin alimentar; interesa el paso de un estado al otro.
- Cuando el control está alimentado, el sistema puede estar en:

En funcionamiento.

Parado (o en proceso de parada)

En defecto.

- Puede haber producción en cada una de estas tres situaciones.
- La GEMMA representa cada una de las cuatro situaciones (sin alimentar, funcionamiento, parada y defecto) mediante sendos rectángulos y la producción mediante un quinto rectángulo que se interseca con los tres. A continuación se muestra la Figura 4. Muestra las 4 situaciones de los procesos de la GEMMA rectángulos principales.

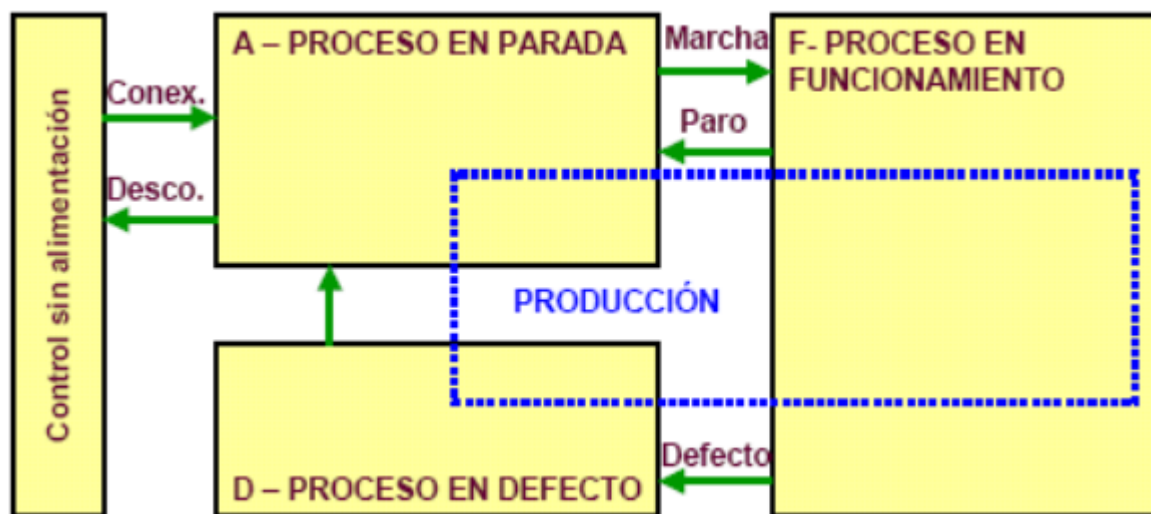


Figura 4: Situaciones de la GEMMA

- Cada una de las situaciones mencionadas se puede subdividir en varias de forma que, al final, hay 17 estados de funcionamiento posibles.
- No todos los procesos precisarán todos estos estados pero los estados necesarios en cada proceso podrán fácilmente relacionarse con una parte de los que propone la GEMMA.

- La guía propone también los principales caminos para pasar de un estado a otro.

#### **4.4.1. Grupo F: Procedimientos de funcionamiento**

- Modos de funcionamiento necesarios para la obtención de la producción:

Funcionamiento normal: F1 a F3.

Prueba y verificación F4 a F6 .

### **F1 Producción normal.**

Es el estado en el que la máquina produce normalmente, a este estado se le puede asociar un GRAFCET que llamaremos GRAFCET de base.

### **F2 Marcha de preparación.**

Corresponde a la preparación de la máquina para el funcionamiento (precalentamiento, preparación de componentes, etc.).

### **F3 Marcha de cierre.**

Corresponde a la fase de vaciado y/o limpieza que muchas máquinas han de realizar antes de parar o de cambiar algunas características del producto.

### **F4 Marchas de verificación sin orden.**

En este caso la máquina, normalmente por orden del operador, puede realizar cualquier movimiento (o unos determinados movimientos preestablecidos). Se usa para tareas de mantenimiento y verificación.

### **F5 Marchas de verificación en orden.**

En este caso la máquina realiza el ciclo completo de funcionamiento en orden pero al ritmo fijado por el operador. Se usa para tareas de mantenimiento y verificación. En este estado existe la posibilidad de que la máquina produzca.

## **F6 Marchas de prueba.**

Permiten realizar las operaciones de ajuste y de mantenimiento preventivo.

## **Permiten realizar las operaciones de ajuste y de mantenimiento preventivo.**

- Corresponden a todas las paradas por causas externas al proceso. Los modos en los que el sistema está:

Parado, A1 y A4

Los que llevan a la parada del sistema, A2 y A3.

Los que permiten pasar el sistema de un estado de defecto a un estado de parada, A5 a A7.

## **A1 Parada en el estado inicial.**

Es un estado transitorio en el que la máquina, que hasta aquel momento estaba produciendo normalmente, debe producir sólo hasta acabar el ciclo actual y pasar a estar parada en el estado inicial.

## **A3 Parada pedida en un estado determinado.**

Es un estado transitorio en el que la máquina, debe producir sólo hasta llegar a un punto del ciclo diferente del estado inicial.

## **A4 Parada obtenida.**

Es un estado de reposo de la máquina diferente del estado inicial.

## **A5 Preparación para la puesta en marcha después del defecto.**

Corresponde a la fase de vaciado, limpieza o puesta en orden que en muchos casos se ha de hacer después de un defecto.

## **A6 Puesta del sistema en el estado inicial.**

El sistema es llevado hasta la situación inicial (A1), desde situaciones diferentes a la producción (accionamientos manuales o semiautomáticos).

## **A7 Puesta del sistema en un estado determinado.**

El sistema es llevado hasta una situación concreta diferente de la inicial; una vez realizado, la máquina pasa a estar parada.

## **Grupo D: Procedimientos de defecto.**

Corresponden a todas las paradas por causas internas al proceso. Este grupo contiene todos los modos en los que el sistema está en defecto:

- Si está en producción, D3
- Si está parado, D1
- Si está en fase de diagnóstico o tratamiento del defecto, D2.

### **D1 Parada de emergencia.**

Contiene todas aquellas acciones necesarias para llevar el sistema a una situación de parada segura.

### **D2 Diagnóstico y/o tratamiento de los defectos.**

Permite, con o sin ayuda del operador, determinar las causas del defecto y eliminarlas.

### **D3 Producción a pesar de los defectos.**

Corresponde a aquellos casos en los que se debe continuar produciendo a pesar de que el sistema no trabaja correctamente. Por ejemplo, se produce para agotar un reactivo no almacenable o el operador sustituye a la máquina en una determinada tarea a causa de una avería. En la siguiente Figura 5 se muestra el esquema de la GEMMA.

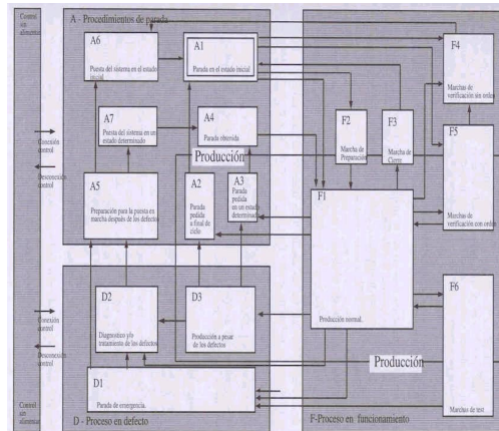


Figura 5: Diagrama de bloques de la GEMMA



## 5. Resultados

Al utilizar un buen lenguaje de programación, tal el caso el lenguaje de diagrama escalera se obtiene las secuencias plasmadas en el Grafcet y Gemma para el funcionamiento de la maquina. A continuación se muestra el modo automático de la maquina en la figura 6. modo automático. Es sola una parte de la secuencia automática, se puede visualizar

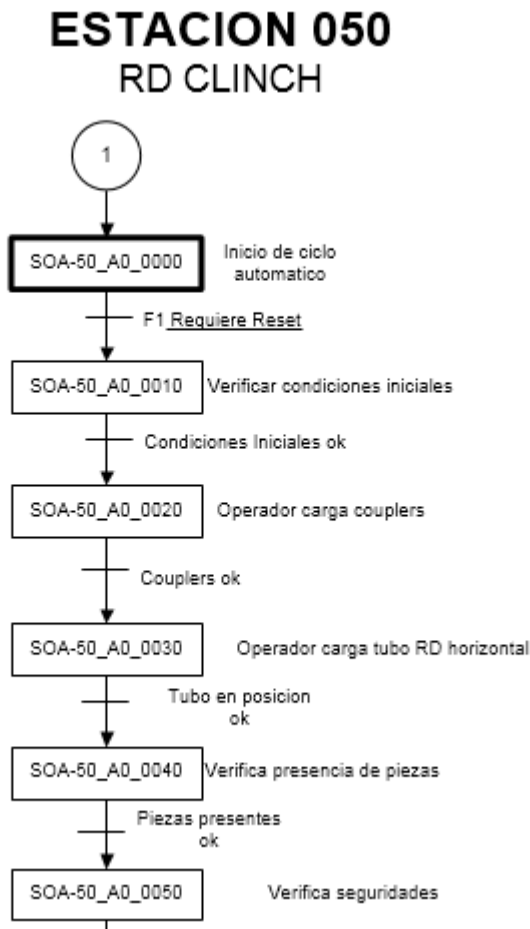


Figura 6: Inicio del Grafcet modo automático

completo en el apartado de **Anexo I**. en la siguiente figura 7. se muestra el proceso de programación del modo automático pasando el Grafcet al diagrama escalera.

De igual manera la secuencia completa se Encontrara en el **Anexo II**. Secuencia automática realizada en el software para el PLC Studio 5000, también se encontraran las diferentes secuencias en grafcet del reset y la secuencia de reset en diagrama escalera en

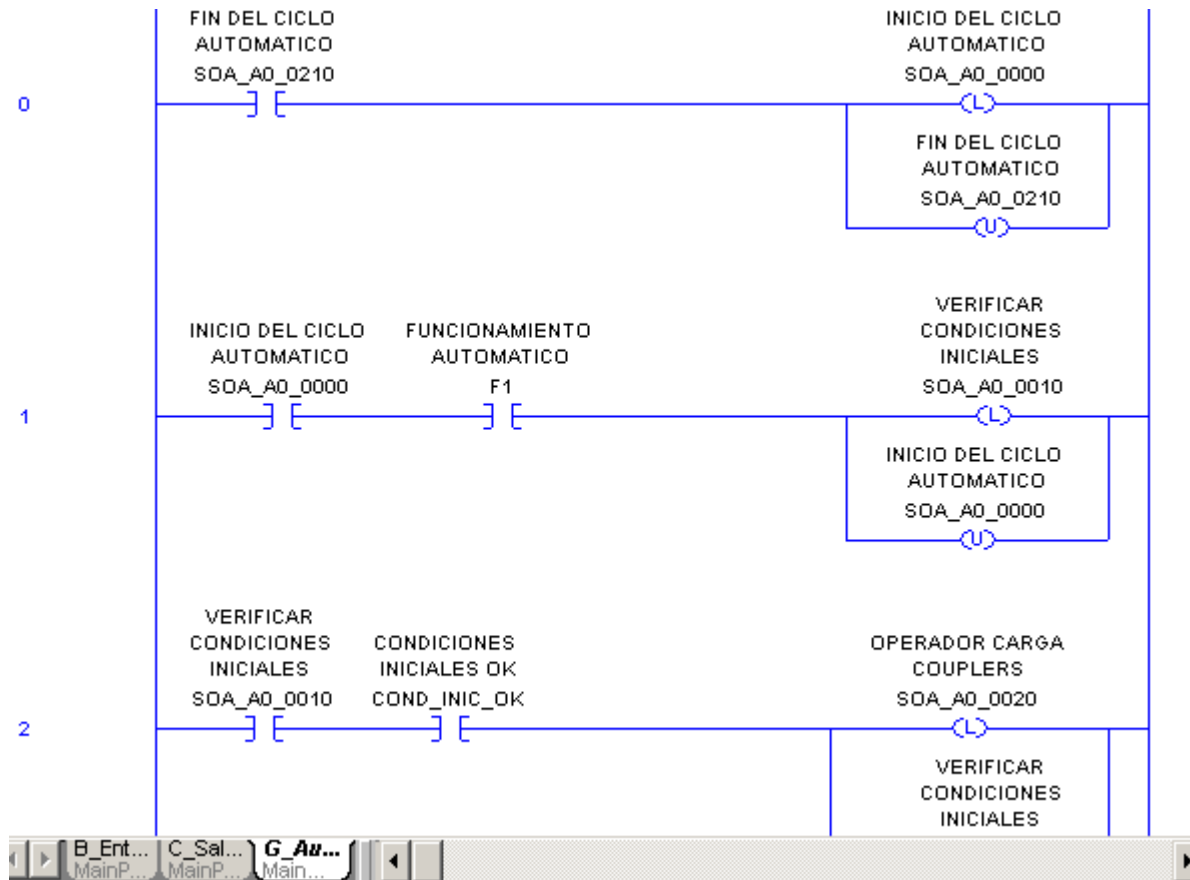


Figura 7: Gratcef modo automático a diagrama de escalera en Studio500

el **Anexo III.** y **Anexo IV.**, resultados de una buena aplicación del procedimiento para las secuencias antes mencionadas.

También se obtiene la GEMMA en el **Anexo V.**, son los estados de defecto que posiblemente se pueda encontrar la maquina para que tenga un mejor funcionamiento, verifica posibles defectos corrigiendo esos fallos.

Por ultimo tenemos la asignación de entradas y salidas en el **Anexo IV.** Con las que actuara el PLC, se ocuparan para un propósito final llevar a cabo la conexiones y serán de gran ayuda para la programación.

## 6. Conclusión

Concluimos que el Grafcet y la Gemma son buenos procedimientos para un mayor funcionamiento de la maquina, obteniendo pasos para la misma, al cual a futuro se pueden incluir nuevos procesos o sensores para un mejor funcionamiento para la máquina. Para la realización de los grafkets se utilizo el software Microsoft Visio que ideal para este tipo de diagramas nos facilita muchas opciones viables y rápidas para la realización de estos procedimientos. Obteniendo la secuencia plasmada en grafket podemos pasar está misma al diagrama de escalera, siguiendo los pasos de la gemma podemos terminar la secuencia de estados de defectos en la cual podria encontrarse la estación.

## 7. Anexos

### Anexo I:

#### Gratcet Secuencia automática realizada en el Software Microsoft Visio

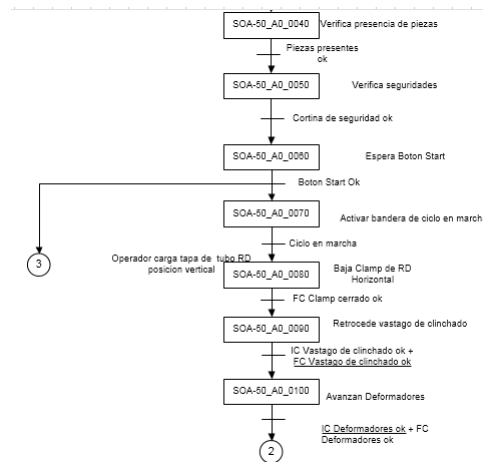
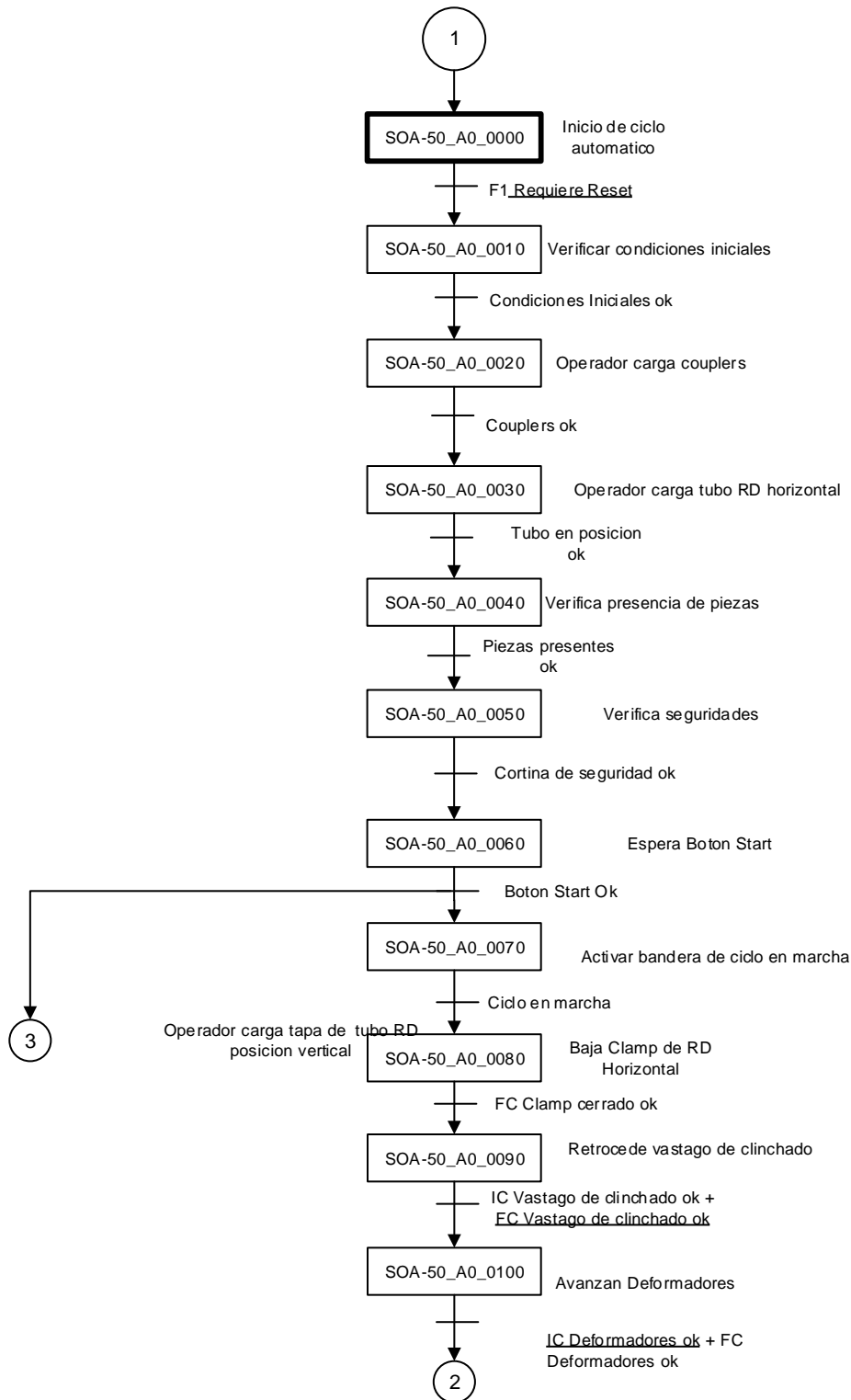


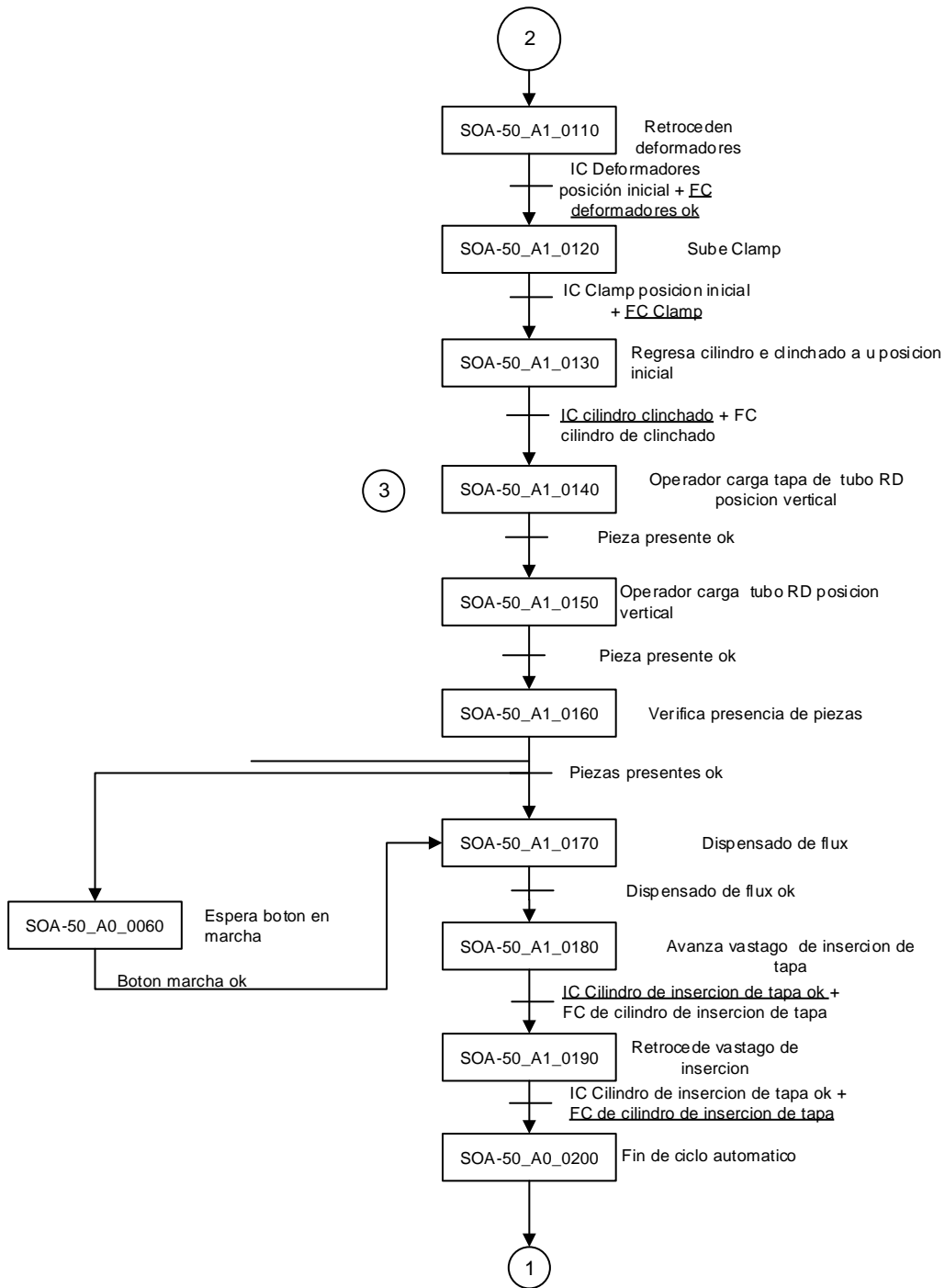
Figura 8: Diagrama de bloques de la GEMMA

# Anexo I

## Remachado secuencia automática

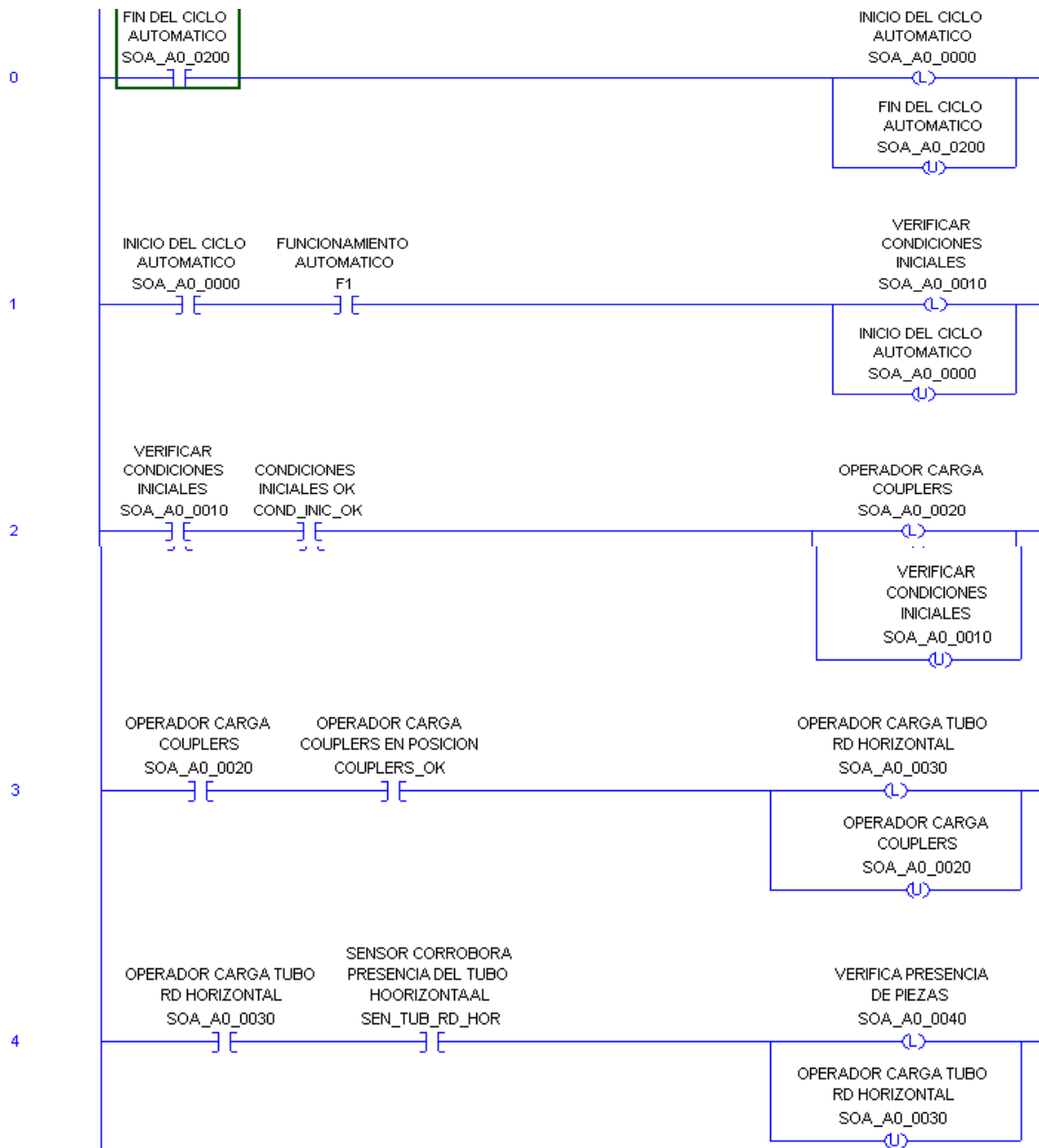


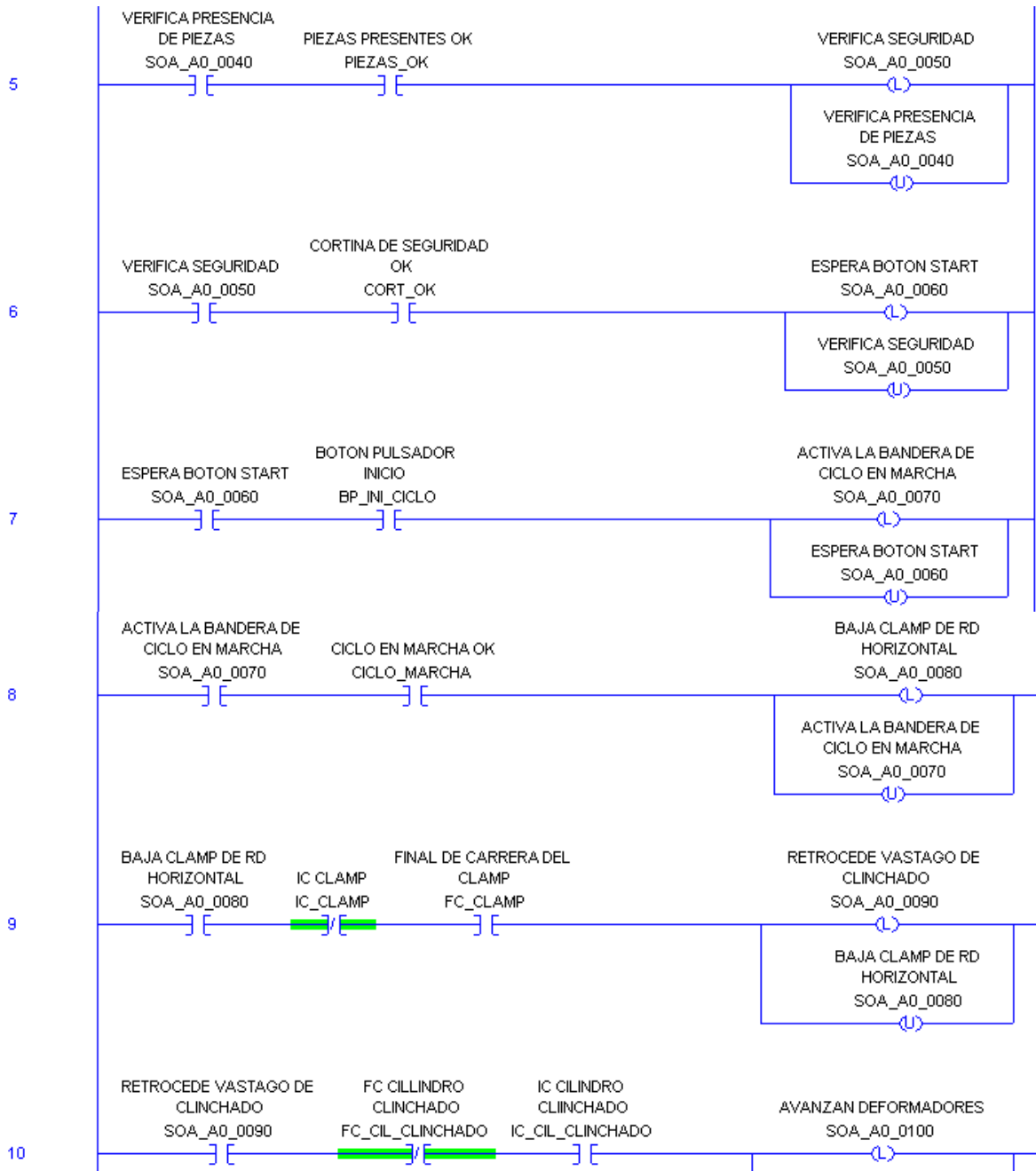
# Remachado Secuencia Automática



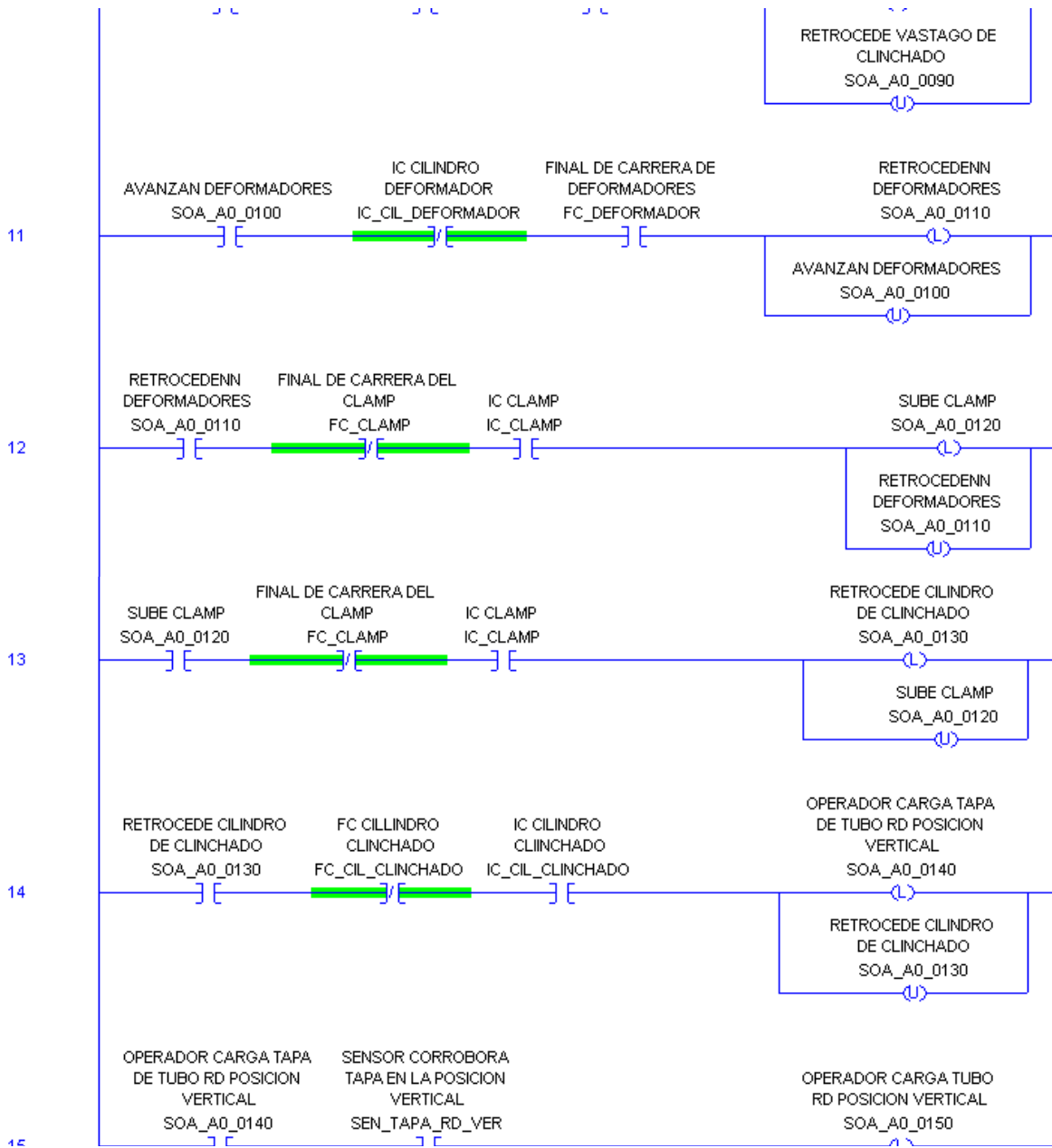
## Anexo II

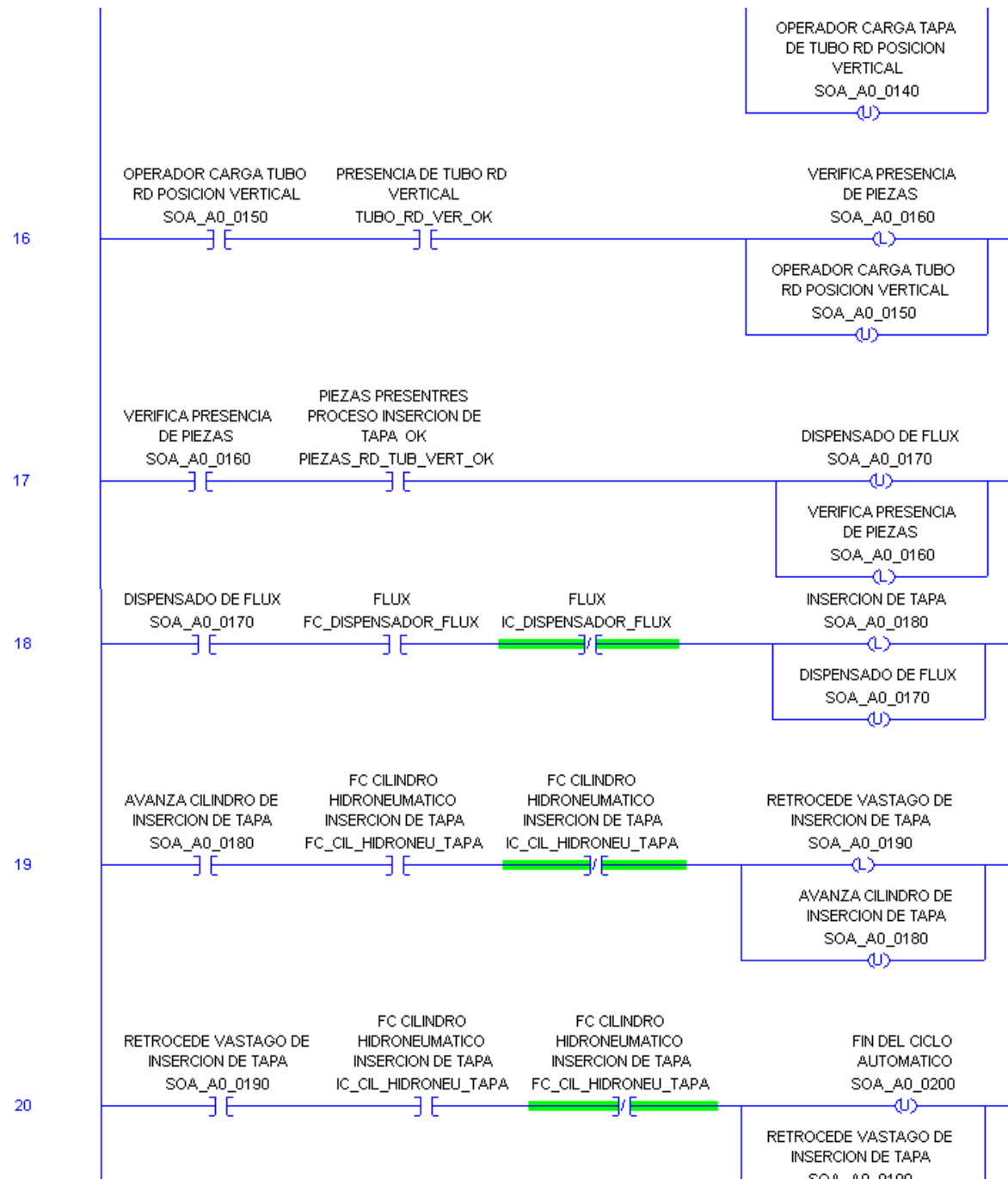
### Graficet secuencia automática a diagrama escalera en Studio5000





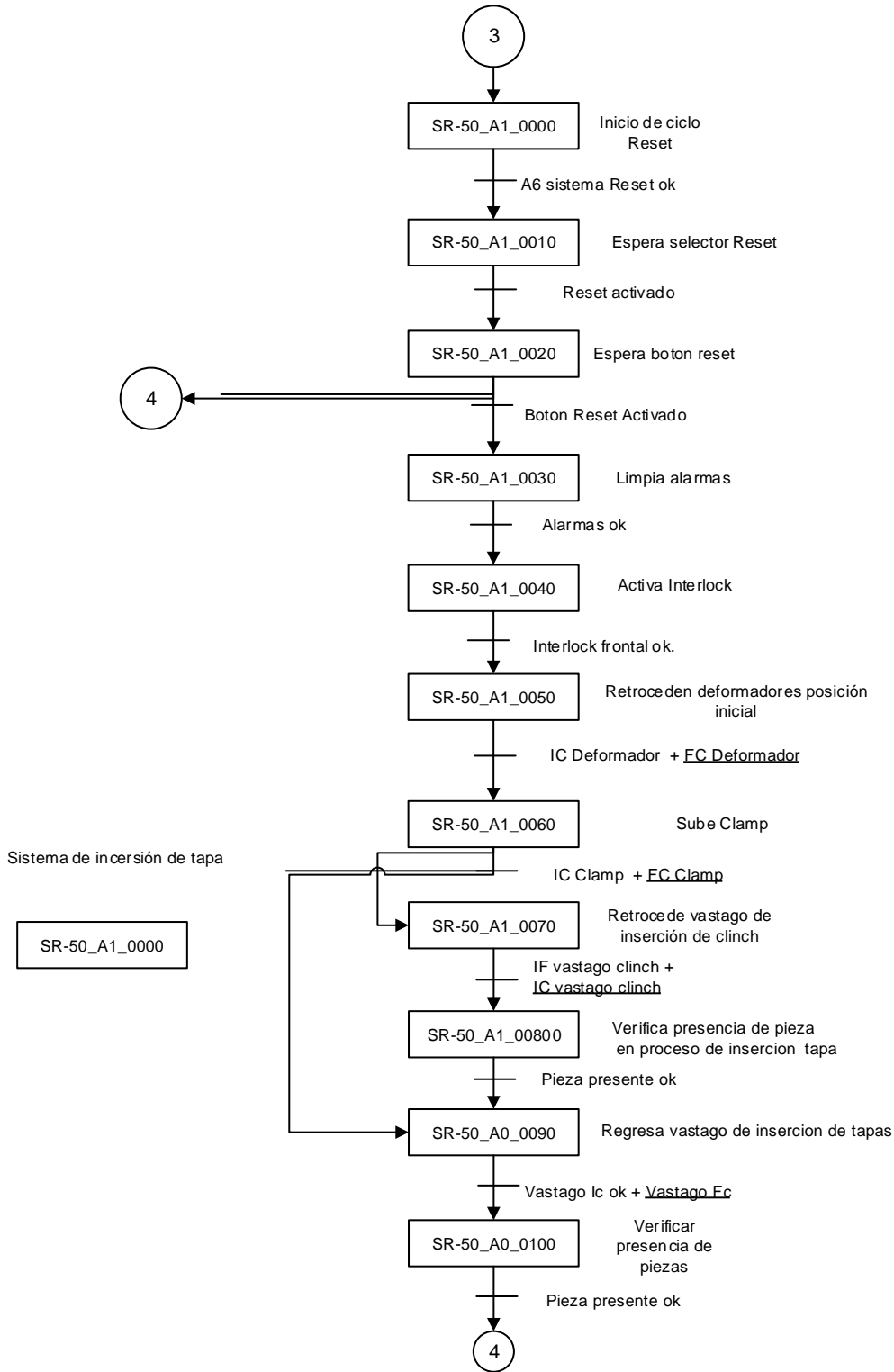




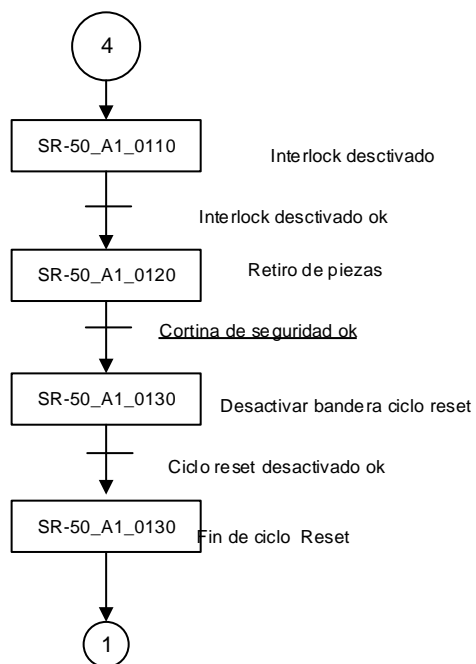


### Anexo III

## Remachado secuencia "Reset"

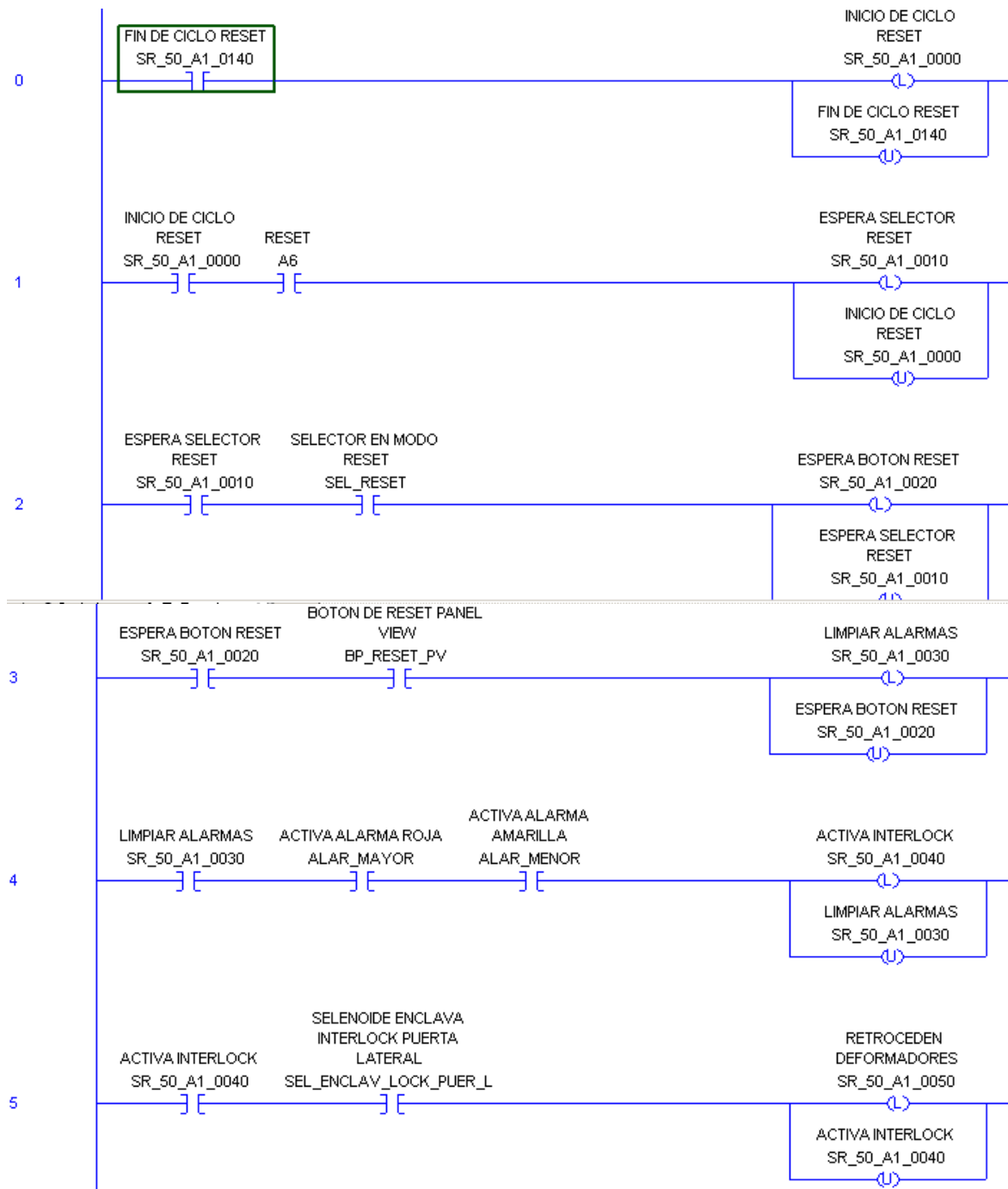


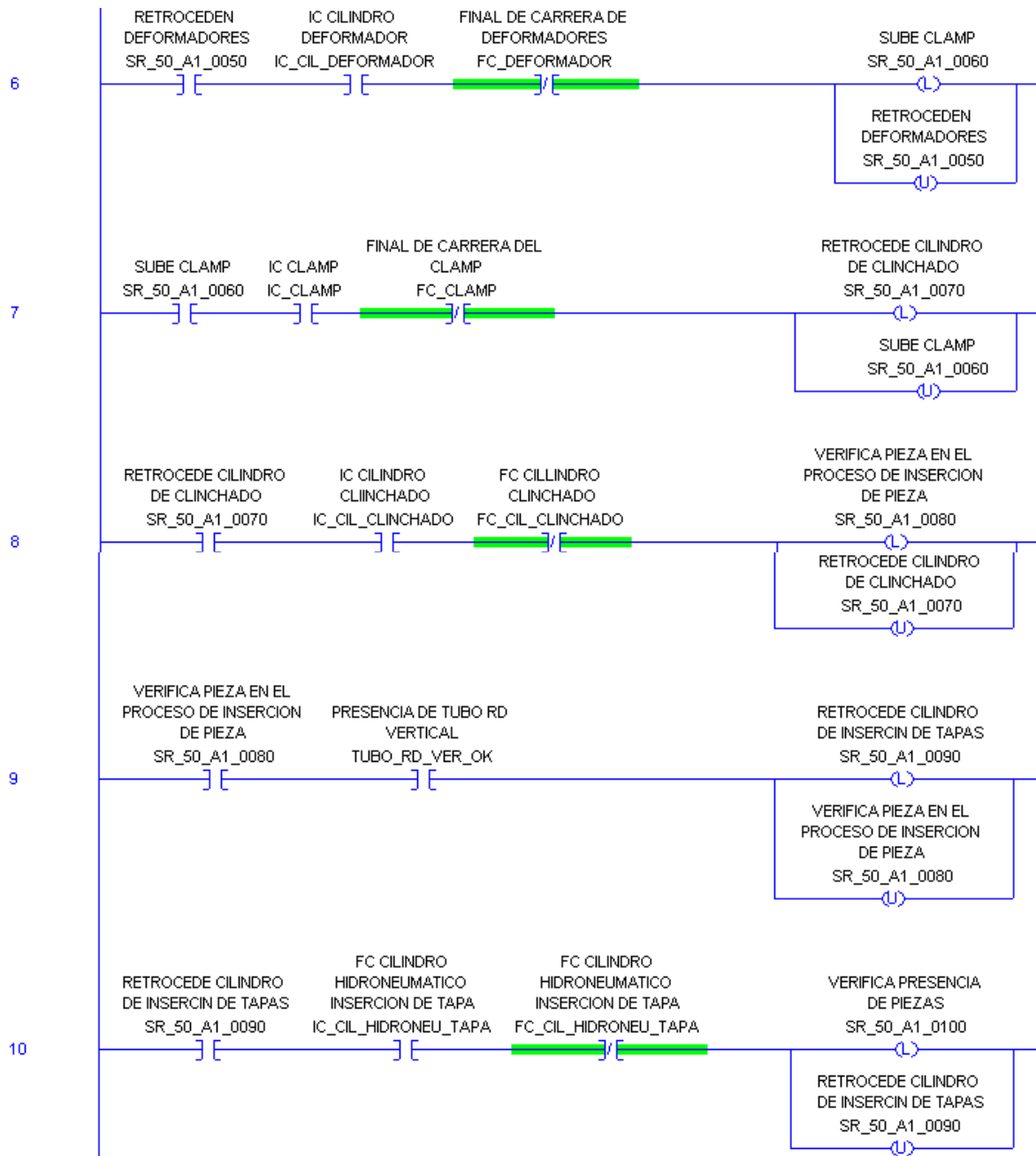
## Remachado Secuencia "Reset"

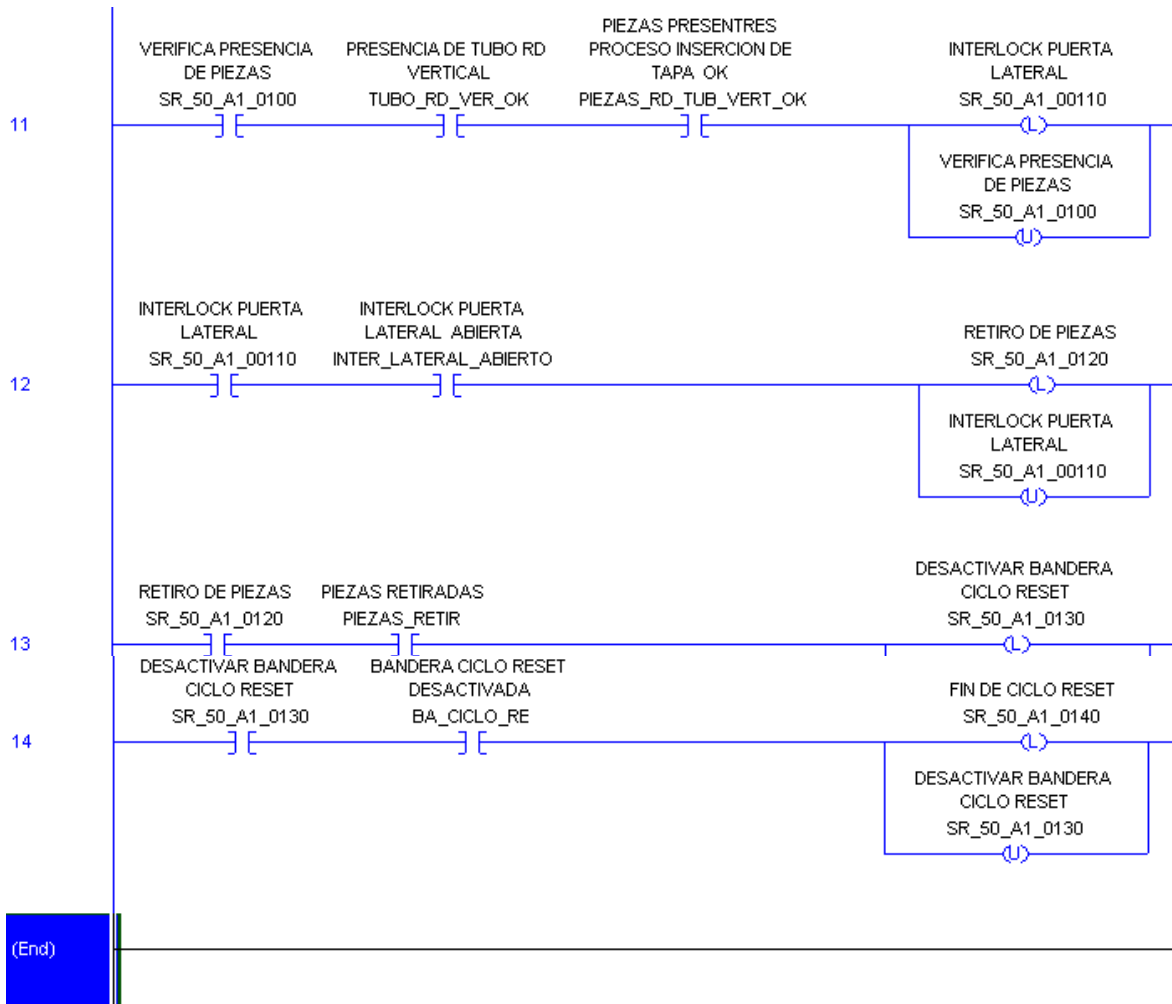


## Anexo IV

### Grafcet secuencia Reset a diagrama escalera en el software Studio5000

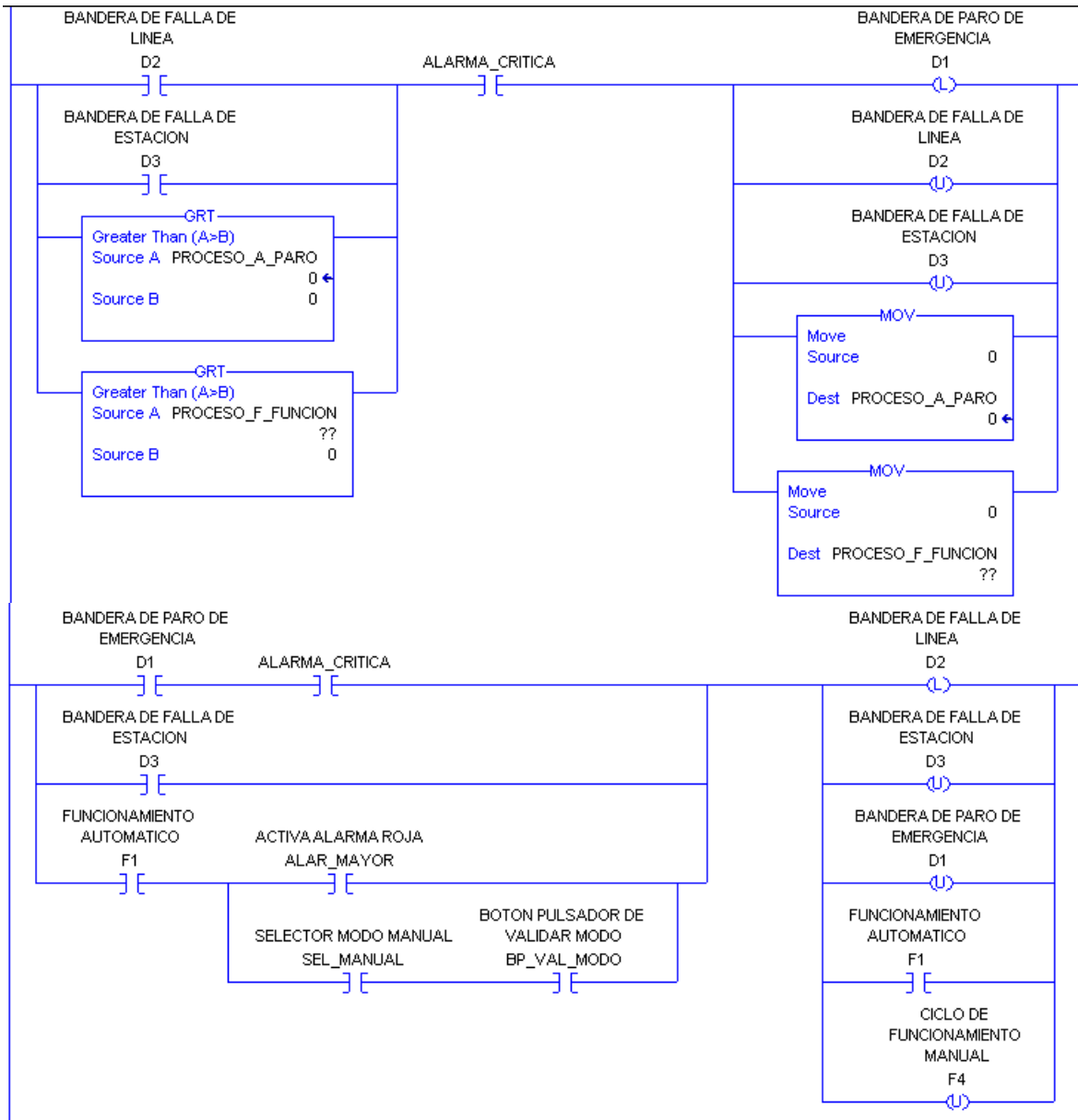




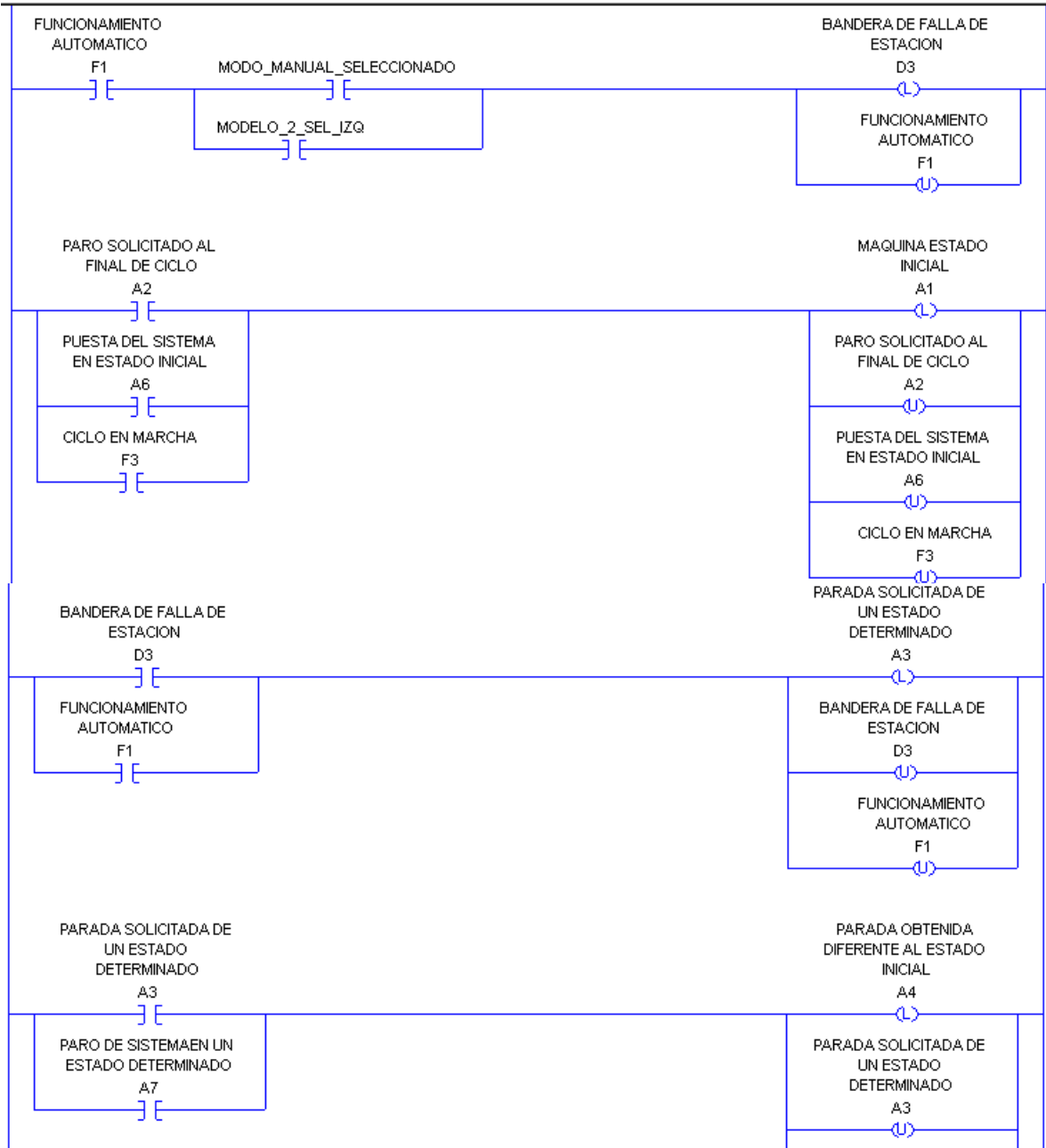


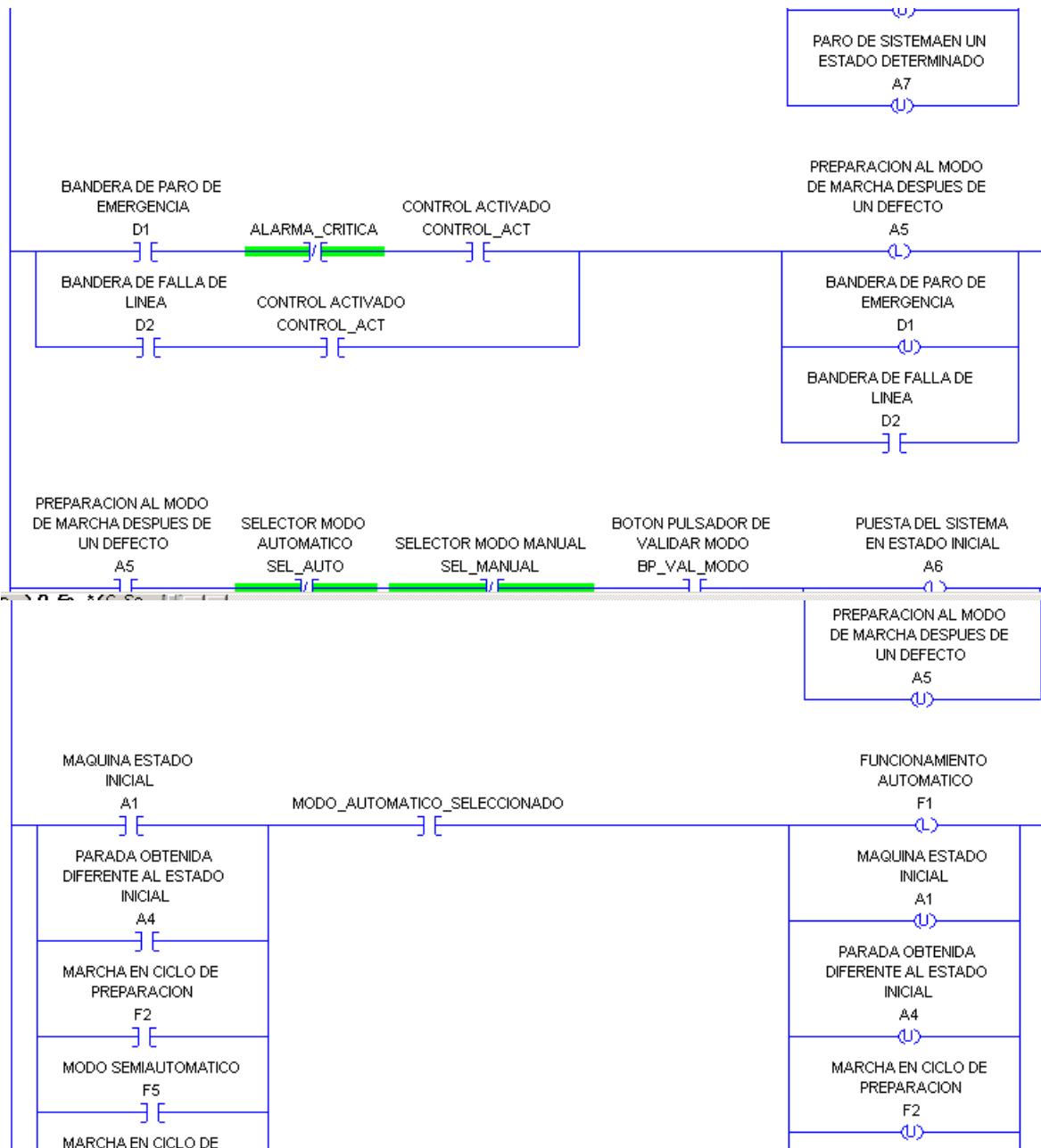
## ANEXO V

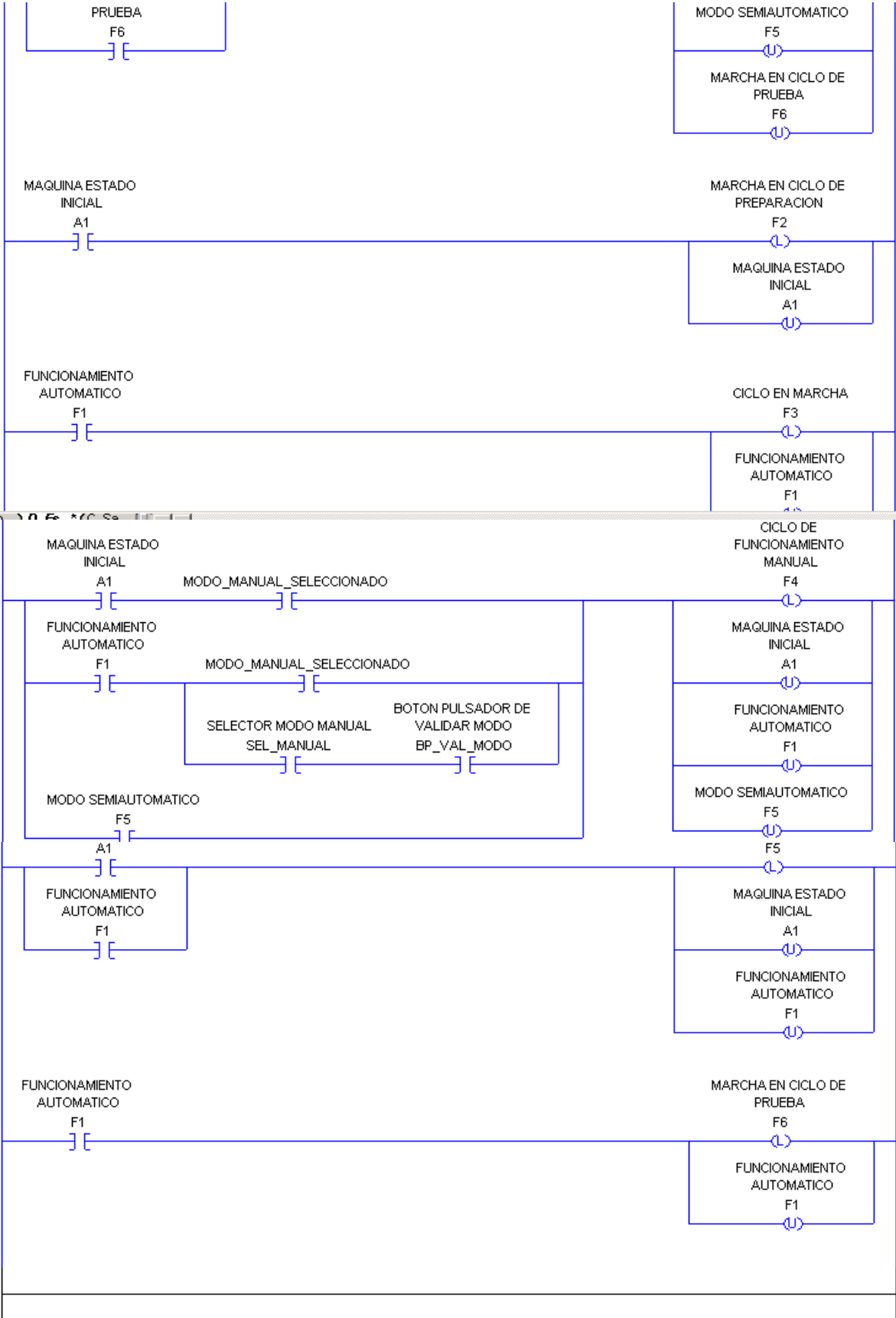
Gemma realizada en el diagrama de escalera en el software studio 500











## ANEXO VI

Listado de entradas y salidas utilizadas para el diagramas de escalera en  
Studio5000

REFERENCIA ENTRADA SALIDA PLC	ETIQUETA DETECTOR / CABLE	MODO/ DIRECCIÓN	FUNCIÓN	Tags
			DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN
I1/00	I100		Control activado	CONTROL_ACT
I1/01	I101		Paro emergencia frontal activado	PE_FRONTAL_ACT
I1/02	I102		Paro emergencia panel view activado	PE_PANEL_ACT
I1/03	I103		Paro emergencia gabinete activado	PE_GABINETE_ACT
I1/04	I104		Interlock puerta trasera abierta	INTER_TRASERA_ABIERTO
I1/05	I105		Interlock puerta lateral abierta	INTER_LATERAL_ABIERTO
<hr/>				
O1/00	O100		Baliza verde	BA_VERDE
O1/01	O101		Baliza roja	BA_ROJA
O1/02	O102		Baliza ámbar	BA_AMBAR
O1/03	O103		Lampara validar MODO	LAMP_VAL_MOD
O1/04	O104		Lampara reconocer FALLA	LAMP_FALLA
O1/05	O105		Lampara verde PERMISO BARRERA	
O1/06	O106		Lampara roja PERMISO BARRERA	
O1/07	O107		Solenoides enclava interlock puerta trasera	SEL_ENCLAV_LOCK_PUER_T
O1/08	O108		Solenoides enclava interlock puerta lateral	SEL_ENCLAV_LOCK_PUER_L

I2/00	I200		Botón pulsador inicio de ciclo	BP_INI_CICLO
I2/01	I201		Selector modo automatico	SEL_AUTO
I2/02	I202		Selector modo manual	SEL_MANUAL
I2/03	I203		Botón pulsador validar modo	BP_VAL_MODO
I2/04	I204		Botón pulsador reconocer falla	BP_REC_FALLA
I2/05	I205		Cortinas de seguridad sin interrumpir	CORTINAS_OK
I2/06	I206		Sensor laser clinch 1	SEN_LA_CLIN_1
I2/07	I207		Sensor laser clinch 2	SEN_LA_CLIN_2
I2/08	I208		Sensor laser clinch 3	SEN_LA_CLIN_3
I2/09	I209		Sensor inductivo corrobora presencia del tubo Horizontal	SEN_TUB_RD_Hor
I2/10	I210		Sensor Laser presencia de tapa Tubo RD vertical	SEN_TUB_RD_VER
I2/11	I211		Senso inductivo soporte tubo RD vertical 1	SEN_SOP_RD_VER1
I2/12	I212		Sensor inductivo soporte tubo RD Vertical 2	SEN_SOP_RD_VER2
I2/13	I213		Sensor laser corrobora acoplador en el tubo 1	SEN_ACOP_VER1
I2/14	I214		Sensor laser corrobora acoplador en el tubo 2	SEN_ACOP_VER2
I2/15	I215		Sensor laser corrobora acoplador en el tubo 3	SEN_ACOP_VER3
I2/16	I216		Sensor cortina corrobora el fluido	SEN_CORT_FLUID1
I3/00	I300		FC Clamp	FC_CLAMP
I3/01	I301		FC Cilindro clinchado	FC_CIL_CLINCHADO
I3/02	I302		IC Cilindro clinchado	IC_CIL_CLINCHADO
I3/03	I303		IC Cilindro deformador	IC_CIL_IDEFORMAOR
I3/04	I304		FC Deformadores	FC_deformadores
I3/05	I305		IC clamp	IC_CLAMP
I3/06	I306		IC Dispensador de FLUX	IC_DESPENSADOR_FLUX
I3/07	I307		FC Dispensador FLUX	FC_DESPENSADOR_FLUX
I3/08	I308		IC cilindro hidroneumatico tapa	IC_CIL_HIDRONEU_TAPA
I3/09	I309		FC cilindro hidroneumatico tapa	FC_CIL_HIDRONEU_TAPA
I3/10	I310			

O4/00	O400		Válvula avanzar vastago Clinchando	VALV_AVANZ_CLINCH
O4/01	O401		Válvula retroceder vastago Clinchado	VALV_RETRO_CLINCH
O4/02	O402		Válvula Avanzar Clamp	VAL_AVANZ_CLAMP
O4/03	O403		Válvula Retroceder Clamp	VALV_RETRO_CLAMP
O4/04	O404		Válvula Avanzar deformadores	VALV_AVANZ_DEFORMADORES
O4/05	O405		Válvula retroceder deformadores	VALV_RETRO_DEFORMADORES
O4/06	O406		Válvula avanzar insercion de tapa	VALV_AVAN_INS_TAPA
O4/07	O407		Válvula retroceder insercion de tapa	VALV_RETRO_INS_TAPA
O4/08	O408		Válvula de paso de flux	VALV_PASO_FLUX
O4/09	O409		Válvula de cierre de flux	VALV_CIERRE_FLUX

## 8. Bibliografía

### Referencias

- [1] GARCÍA, Emilio. *Automatización de procesos industriales*. México, Alfaomega Grupo Editor, 2002.
- [2] CABALLERO, JoseÓrlando. *Automatización industrial*. Manual de prácticas de laboratorio. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana:2008.
- [3] HORTA, Jose: *Técnicas de automatización industrial*. México: Editorial Limusa. 1982.
- [4] GUILLEN, Antonio. *Introducción a la neumática*. México: Alfa Omega. 1999
- [5] Universidad Politécnica de Madrid (UPM), *Modelado del GRAfCET*, [http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod\\_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf](http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1171/mod_resource/content/0/GrafcetAmpliacion.pdf)
- [6] genia, *Resumen sobre Grafcet*  
[http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet\\_resumen.pdf](http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/grafcet_resumen.pdf)
- [7] JOSEMANUEL GEA, *INTRODUCCION AL GRAFCET*, 2000-2006,  
<http://www.automatas.org/redes/grafcet.htm>
- [8] , *Modos de marchas y paradas*  
<http://linux0.unsl.edu.ar/~rvilla/c3m10/tema10.pdf>
- [9] GEMMA, *La guía GEMMA Modos de marcha y paradas*,  
<http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/GemmaTelemecanique.PDF>