



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y

AUTOMATISMO

TÍTULO:

**DISEÑO DE PROGRAMA PARA LA AUTOMATIZACION DE UNA
ACAMPANADORA DE TUBO**

AUTOR:

Pedro Roberto Zambrano Zambrano

Titulación mediante examen complejo previo la obtención del Título de:

INGENIERO ELECTRONICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TUTOR:

M. Sc. Luis Córdova Rivadeneira.

Guayaquil, Ecuador

2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Pedro Roberto Zambrano Zambrano como requerimiento parcial para la
obtención del título de INGENIERO ELECTRONICO EN CONTROL Y
AUTOMATISMO.

TUTOR

M. Sc. Luis Córdova Rivadeneira

DIRECTOR DE CARRERA

MsC. Miguel A. Heras Sánchez.

Guayaquil, a los 15 del mes de Septiembre del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Pedro Roberto Zambrano Zambrano**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación mediante examen complexivo previo a la obtención del Título de Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de Septiembre del año 2015

EL AUTOR

PEDRO ROBERTO ZAMBRANO ZAMBRANO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRONICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, **Pedro Roberto Zambrano Zambrano**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación mediante examen complejo, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de Septiembre del año 2015

EL AUTOR

PEDRO ROBERTO ZAMBRANO ZAMBRANO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por colmarme bendiciones salud y fe, durante este proyecto que tenía pendiente, a mis queridos padres que gracias a su apoyo moral y económico me han permitido finalizar, y se sienten orgullosos ya que su esfuerzo está dando frutos y verán terminar uno de mis objetivos. Un agradecimiento especial al Tutor, M. Sc. Luis Córdova Rivadeneira y al M. Sc. Fernando Palacios Meléndez, que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme en la finalización de este proyecto final.

Muchas Gracias.

EL AUTOR

PEDRO ROBERTO ZAMBRANO ZAMBRANO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
CAPÍTULO 1: Introducción y Fundamentos de la automatización.	10
1.1. Introducción.....	10
1.2. Definiciones términos base.	11
1.3. Elementos de un sistema automático.....	11
1.3.1. INTERFAZ DE USUARIO.....	11
1.3.2. DISPOSITIVOS SENSORIALES.	12
1.3.3. DISPOSITIVOS DE TRANSMISION.....	12
1.3.4. DISPOSITIVOS DE MANDO.	12
1.3.5. ACTUADORES.....	12
1.3.6. FUENTE DE ENERGIA.	13
1.4. Tipos de Señales.	13
1.4.1. SEÑALES DIGITALES.	13
1.4.2. SEÑALES ANALOGAS.	13
1.5. Tipos de sistema de control.....	14
1.5.1. SISTEMA DE CONTROL LAZO ABIERTO.	14
1.5.2. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO.	15
1.6. Tipos de Automatización.	15
1.6.1. Lógica cableada.-	15
1.6.2. Lógica programada.....	16
1.7. PLC.	17
1.7.1. Definición.....	17
1.7.2. S7 1200.....	18

1.7.3. Principios básicos del S7 1200.....	19
CAPÍTULO 2: Descripción del programa elaborado.	29
2.1. MAIN.	29
2.2. FC 1 ARRASTRE Y SOPLADO.	31
2.3. FC 2 SECUENCIA HORNO 1.	37
2.4. FC 3 SECUENCIA HORNO 2.	42
2.5. FC 6 SECUENCIA FORMADOR.....	47
2.6. FC 7 ARRANQUES SENCILLOS.....	54
Referencias Bibliográficas	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 1:

Figura 1. 1: Diagrama de una señal digital en el tiempo.	13
Figura 1. 2: Diagrama de una señal analógica en el tiempo	14
Figura 1. 3: Diagrama control Lazo Abierto	14
Figura 1. 4: Diagrama control Lazo Cerrado	15
Figura 1. 5: Tablero de control con lógica cableada	16
Figura 1. 6: Lógica programada en idioma Ladder.	17
Figura 1. 7: PLC S7 1200.	19

Capítulo 2:

Figura 2. 1: Vista general de bloques de programación.....	29
Figura 2. 2: MAIN parte uno.....	30
Figura 2. 3: MAIN parte 2.....	30
Figura 2. 4: MAIN parte 3.....	31
Figura 2. 5: FC 1 parte 1.....	32
Figura 2. 6: FC 1 parte 2.....	33
Figura 2. 7: FC 1 parte 3.....	34
Figura 2. 8: FC 1 parte 4.....	34
Figura 2. 9: FC 1 parte 5.....	35
Figura 2. 10: FC 1 parte 6.....	36
Figura 2. 11: FC 1 parte 7.....	36
Figura 2. 12: FC 2 parte 1.....	38
Figura 2. 13: FC 2 parte 2.....	39
Figura 2. 14: FC 2 parte 3.....	40
Figura 2. 15: FC 2 parte 4.....	41
Figura 2. 16: FC 2 parte 5.....	42
Figura 2. 17: FC 3 parte 1.....	43
Figura 2. 18: FC 3 parte 2.....	44
Figura 2. 19: FC 3 parte 3.....	45
Figura 2. 20: FC 3 parte 4.....	46
Figura 2. 21: FC 3 parte 5.....	46
Figura 2. 22: FC 6 parte 1.....	47

Figura 2. 23: FC 6 parte 2.....	48
Figura 2. 24: FC 6 parte 3.....	49
Figura 2. 25: FC 6 parte 4.....	49
Figura 2. 26: FC 6 parte 5.....	50
Figura 2. 27: FC 6 parte 6.....	51
Figura 2. 28: FC 6 parte 7.....	51
Figura 2. 29: FC 6 parte 8.....	52
Figura 2. 30: FC 6 parte 9.....	52
Figura 2. 31: FC 6 parte 10.....	53
Figura 2. 32: FC 6 parte 11.....	54
Figura 2. 33: FC 7 parte 1.....	55

CAPÍTULO 1: Introducción y Fundamentos de la automatización.

1.1. Introducción.

Debido a la creciente demanda en el mercado de tubería PVC, se ha considerado desarrollar tuberías donde las uniones se realicen por medio de un sellado elastómero, el cual consiste en un acampanado especial de los tubos, este sellado brinda una gran solución al acoplamiento entre tubos ya que no se necesita de pegamento para PVC. En la Actualidad las Empresas Ecuatorianas que producen tubería PVC están implementando maquinaria capaz de elaborar este proceso, por lo que muchas empresas han optado por automatizar su maquinaria con el fin de producir mayor cantidad de tubería en menor tiempo, ya que la maquinaria automatizada es totalmente independiente de la intervención manual, gracias a esto se evitan el error humano y se puede producir las 24 horas del día, esto proceso garantiza un acampanado perfecto y a su vez disminuye los costos de producción.

Para este proyecto práctico se diseñó un programa para la automatización de una acampanadora de tubo, con el cual la maquina poseerá un ciclo de producción totalmente automático. Se diseñó de manera que en el momento de su implementación la automatización se realice utilizando un PLC Siemens S7 1200 y una interface Hombre – Máquina Siemens KTP 600 monocromática. Para la programación e integración de estos se empleara el software TIA (Total Integrated Automation) Portal versión 12 de la empresa Siemens.

Uno de los más grandes beneficios de la implementación de estos sistemas será el de la fácil detección de fallas, ya que cualquier falla que se presente se mostrara inmediatamente en el HMI.

1.2. Definiciones términos base.

Para poder comprender y analizar el desarrollo del programa para la automatización de una acampanadora, es necesario que primero se definan los siguientes conceptos.

1.2.1. AUTOMATICO

Que es totalmente independiente de cualquier intervención manual.

1.2.2. AUTOMATIZACION

Es el uso de sistemas Automáticos para la ejecución de un procedimiento sin necesidad de intervención humana.

1.2.3. AUTOMATISMO

Sistema el cual nos permite la realización de una o muchas tareas sin intervención humana.

1.3. Elementos de un sistema automático.

1.3.1. INTERFAZ DE USUARIO.

La ISO 924114-110 define este término como todas las partes de un sistema interactivo (software o hardware) que proporciona la información y el

control necesarios para que el usuario lleve a cabo una tarea con el sistema interactivo.

1.3.2. DISPOSITIVOS SENSORIALES.

Se utilizan para la medición de diversos parámetros durante la realización del proceso, esta información es vital para un buen control automático.

1.3.3. DISPOSITIVOS DE TRANSMISION.

Su misión es transmitir de manera segura los datos censados en campo a los dispositivos de mando en señales que estos puedan interpretar.

1.3.4. DISPOSITIVOS DE MANDO.

Son los que deciden cuando actuar y cómo hacerlo, estos reciben información la interpretan y envían órdenes a los actuadores.

1.3.5. ACTUADORES.

Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”. (Vildósola)

1.3.6. FUENTE DE ENERGIA.

Las operaciones y movimientos de los sistemas automáticos suponen un gasto energético que ha de ser aportado por un medio externo. Suele denominarse fuente de potencia a aquella que suministra energía a los órganos de trabajo que actúan sobre el proceso. Las funciones propias del sistema automático también necesitan de un soporte energético. (Lopez)

1.4. Tipos de Señales.

1.4.1. SEÑALES DIGITALES.

Una señal digital es aquella que únicamente puede presentarse en dos estados el alto de “on” o el bajo de “off”. Por ejemplo el encendido y apagado de una luz, la señal enviada por una boya de nivel entre otras.

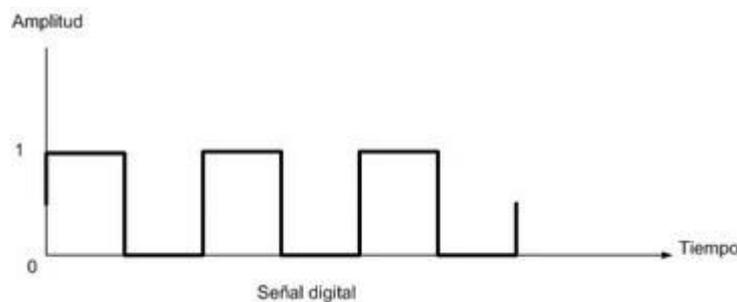


Figura 1. 1: Diagrama de una señal digital en el tiempo.
Fuente: (FUGO)

1.4.2. SEÑALES ANALOGAS.

Una señal analógica es aquella que puede representarse por una función matemática continua en la que tanto su amplitud y su periodo son variables en función del tiempo, estas señales son por ejemplo el voltaje, intensidad, presión, temperatura entre otras.

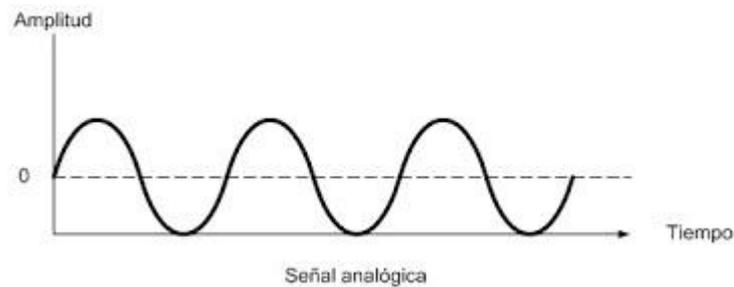


Figura 1. 2: Diagrama de una señal analógica en el tiempo
Fuente: (FUGO)

1.5. Tipos de sistema de control.

1.5.1. SISTEMA DE CONTROL LAZO ABIERTO.

Son en los que la salida no ejerce efecto alguno sobre la acción que realiza el controlador, es decir que la salida no se mide ni es comparada con la entrada. Por esto los valores corresponden exclusivamente a la condición fijada desde un inicio sin tener variaciones dependientes de la salida, por lo que la exactitud de este tipo de sistema depende únicamente de la calibración previa. Un claro ejemplo de este tipo de sistema de control, es el calentar comida en el microondas. Ya que tal como mencionamos el tiempo de calentamiento fue fijado previamente y se ejecutara sin importar la temperatura ya que esta no es medida.

Lazo Abierto



Figura 1. 3: Diagrama control Lazo Abierto
Fuente: (ZAMBRANO)

1.5.2. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO CERRADO.

Este tipo de sistema se caracteriza por que posee medición de la salida y está afecta directamente la siguiente acción que ejecute el controlador. La señal de error actuante la cual es igual a la diferencia entre la señal de entrada y la de retroalimentación tiene como función principal reducir el error al entrar en el controlador. Para definirlo en pocas palabras el término lazo cerrado implica que existirá una señal de retroalimentación. Un ejemplo muy claro es un sistema de refrigeración ya que la temperatura es ingresada al controlador este enciende los aparatos de enfriamiento hasta que la señal media que se retroalimenta al controlador es igual a la ingresado como set point.

Lazo Cerrado

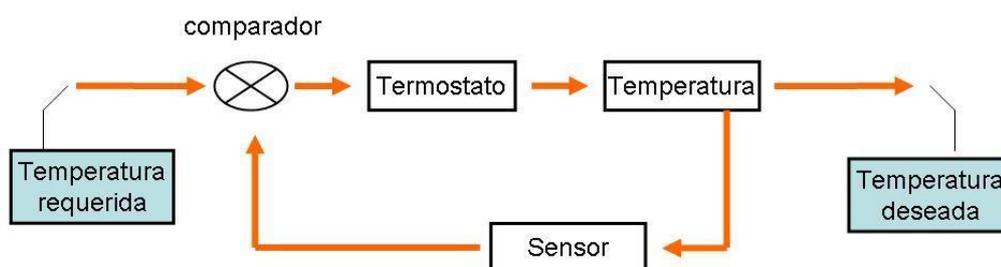


Figura 1. 4: Diagrama control Lazo Cerrado
Fuente: (ZAMBRANO)

1.6. Tipos de Automatización.

1.6.1. Lógica cableada.-

Es aquella en la que el control se realiza a través de enclavamientos cableados para que por medio de estos se ejecute la lógica de control. Se

utilizan contactores temporizadores y relés de interface en este tipo de control aparte de un complejo cableado, este tipo de control tiene como principal desventaja la gran dificultad que se presenta al momento de tratar de encontrar fallas.



Figura 1. 5: Tablero de control con lógica cableada
Fuente: (Thomasset)

1.6.2. Lógica programada.

Este tipo de lógica consiste en cargar una serie de instrucciones en un dispositivo de control, en cual ejecutará el proceso de leer las entradas ejecutar el programar y escribir las salidas. En este tipo de sistemas se tiene una fácil detección de fallas y es muy flexible, su principal desventaja es su mayor costo en relación a sistemas de lógica cableada.

Estas lógicas como ya mencionamos son cargadas en dispositivos de control como pueden ser microprocesadores, computadores o PLC's en el caso de esta trabajo practico hemos utilizado un PLC.

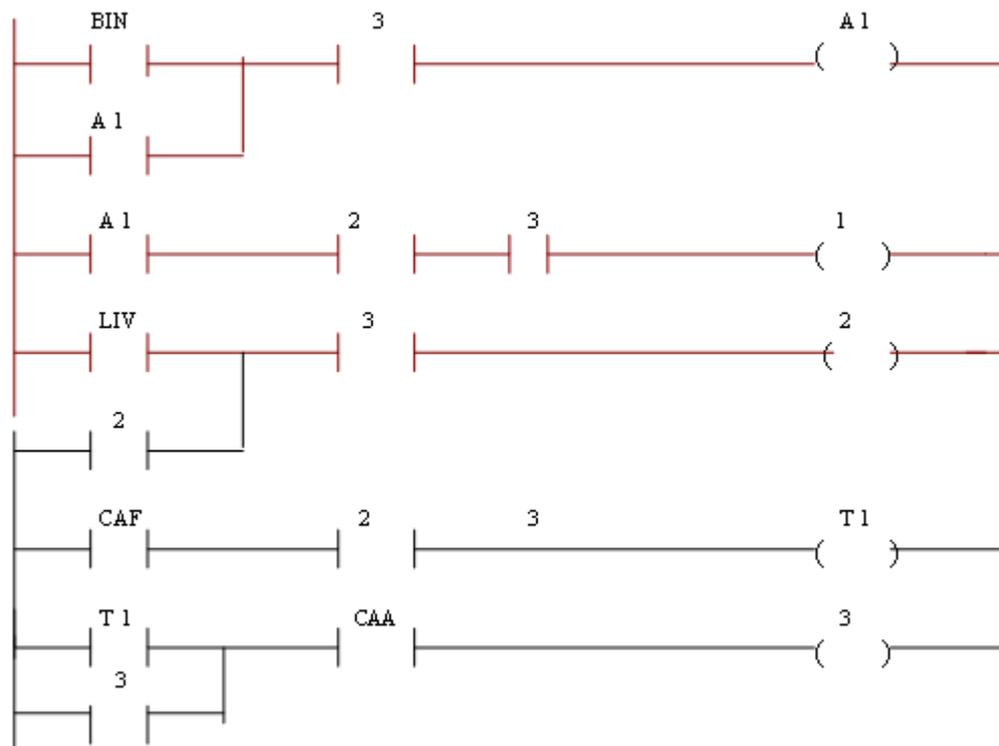


Figura 1. 6: Lógica programada en idioma Ladder.

Fuente: (Electricistas)

1.7. PLC.

1.7.1. Definición.

El termino PLC proviene de las siglas en ingles programmable logic controller que traducidas al español significan controlador lógico programable, es un dispositivo electrónico en el cual se programan una serie de instrucciones a realizarse que pueden ir desde el encendido y apagado de luminarias hasta el control de líneas de producción completas.

Son diseñados para trabajar en condiciones industriales son resistentes a un diverso rango de temperaturas, a los golpes e inmunes al ruido eléctrico. Poseen pilas de memoria no volátiles para almacenar las instrucciones.

Los sistemas basados en PLC son extremadamente flexibles y son de fácil integración con todo tipo de HMI ya que cuentan con protocolos de comunicación abiertos. En el caso puntual de este proyecto hemos decidido utilizar el PLC de la marca Siemens modelo S7-1200-1214-DC-DC y una pantalla táctil de la misma marca modelo KTP-600-BASIC-MONO.

1.7.2. S7 1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de

contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. (AG)



Figura 1. 7: PLC S7 1200.
Fuente: (SIEMENS, SIEMENS)

1.7.3. Principios básicos del S7 1200.

La CPU soporta los siguientes tipos de bloques lógicos que permiten estructurar eficientemente el programa de usuario:

- Los bloques de organización (OBs) definen la estructura del programa. Algunos OBs tienen reacciones y eventos de arranque predefinidos. No obstante, también es posible crear OBs con eventos de arranque personalizados.
- Las funciones (FCs) y los bloques de función (FBs) contienen el código de programa correspondiente a tareas específicas o combinaciones de parámetros. Cada FC o FB provee parámetros de entrada y salida para compartir datos con el bloque invocante. Un FB utiliza también un bloque de

datos asociado (denominado DB instancia) para conservar el estado de valores durante la ejecución que pueden utilizar otros bloques del programa.

- Los bloques de datos (DBs) almacenan datos que pueden ser utilizados por los bloques del programa. La ejecución del programa de usuario comienza con uno o varios bloques de organización (OBs) de arranque que se ejecutan una vez al cambiar a estado operativo RUN, seguidos de uno o varios OBs de ciclo que se ejecutan cíclicamente. También es posible asociar un OB a un evento de alarma que puede ser un evento estándar o de error y que se ejecuta cada vez que ocurre el evento en cuestión. Una función (FC) o un bloque de función (FB) es un bloque de código del programa que puede llamarse desde un OB, o bien desde otra FC u otro FB. Son posibles los niveles siguientes: • 16 desde OBs de ciclo o de arranque • 4 desde OBs de alarma de retardo, alarma cíclica, alarma de proceso, alarma de error de tiempo o alarma de diagnóstico.

Las FCs no están asociadas a ningún bloque de datos (DB) en particular, mientras que los FBs están vinculados directamente a un DB que utilizan para transferir parámetros, así como para almacenar valores intermedios y resultados. El tamaño del programa de usuario, los datos y la configuración está limitado por la memoria de carga disponible y la memoria de trabajo de la CPU. El número de bloques soportado no está limitado dentro de la cantidad de memoria de trabajo disponible. (AG)

Para poder analizar el programa realizado en este trabajo práctico debemos tener poder analizar las instrucciones de programación utilizadas en el programa las cuales se detallan a continuación.

---| |---: **Contacto normalmente abierto.**- La activación de un contacto normalmente abierto depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es "1", se cierra el contacto normalmente abierto y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida.

Si el estado lógico del operando es "0", el contacto normalmente abierto no se activa y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a "0". En una conexión en serie, dos o más contactos normalmente abiertos se combinan de bit en bit mediante una operación lógica Y. La corriente fluye por una conexión en serie cuando todos los contactos están cerrados.

En una conexión en paralelo, los contactos normalmente abiertos se combinan mediante una operación lógica O. La corriente fluye por una conexión en paralelo si uno de los contactos está cerrado. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

---| / |---: **Contacto normalmente cerrado.**- La activación de un contacto normalmente cerrado depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es "1", se abre el contacto

normalmente cerrado y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a "0".

Si el estado lógico del operando es "0", no se activa el contacto normalmente cerrado y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida. En una conexión en serie, dos o más contactos normalmente cerrados se combinan de bit en bit mediante una operación lógica Y. La corriente fluye por una conexión en serie cuando todos los contactos están cerrados.

En una conexión en paralelo, los contactos normalmente cerrados se combinan mediante una operación lógica O. La corriente fluye por una conexión en paralelo si uno de los contactos está cerrado. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

--|NOT|--: Invertir RLO.- La instrucción "Invertir RLO" invierte el estado lógico del resultado lógico (RLO). Si el estado lógico de la entrada de la instrucción es "1", la salida de la instrucción devuelve el estado lógico "0". Si el estado lógico de la entrada de la instrucción es "0", la salida devuelve el estado lógico "1". (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

---()---: Asignación.- La instrucción "Asignación" permite activar el bit de un operando indicado. Si el resultado lógico (RLO) en la entrada de la

bobina es "1", el operando indicado adopta el estado lógico "1". Si el estado lógico de la entrada de la bobina es "0", el bit del operando indicado se pone a "0".

La instrucción no afecta al RLO. El RLO de la entrada de la bobina se transfiere directamente a la salida. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12).

--(/)--: Negar asignación.- La instrucción "Negar asignación" invierte el resultado lógico (RLO) y lo asigna al operando indicado. Si el RLO de la entrada de la bobina es "1", se desactiva el operando. Si el RLO de la entrada de la bobina es "0", el operando adopta el estado lógico "1". (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

---(R)---: Desactivar salida.- La instrucción "Desactivar salida" permite poner a "0" el estado lógico de un operando indicado. La instrucción se ejecuta solo si el resultado lógico (RLO) de la entrada de la bobina es "1". Si fluye corriente hacia la bobina (RLO = "1"), el operando indicado se pone a "0". Si el RLO de la entrada de la bobina es "0" (no hay flujo de señales en la bobina), el estado lógico del operando indicado no cambia. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

---(S)---: Activar salida.- Mediante la instrucción "Activar salida" se pone a "1" el estado lógico de un operando indicado. La instrucción se

ejecuta solo si el resultado lógico (RLO) de la entrada de la bobina es "1". Si fluye corriente hacia la bobina (RLO = "1"), el operando indicado se pone a "1". Si el RLO de la entrada de la bobina es "0" (no hay flujo de señales en la bobina), el estado lógico del operando indicado no cambia. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

--(P)--: Activar operando con flanco de señal ascendente.- La instrucción "Activar operando con flanco de señal ascendente" permite activar un operando indicado (<Operando1>) cuando se detecta un cambio del resultado lógico (RLO) de "0" a "1". La instrucción compara el RLO actual con el RLO de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos (<Operando2>). Si la instrucción detecta un cambio del resultado lógico (RLO) de "0" a "1", significa que hay un flanco de señal ascendente.

Si se detecta un flanco de señal ascendente, el <Operando1> adopta el estado lógico "1" durante un ciclo del programa. En los demás casos, el estado lógico del operando es "0". Indique el operando que debe activarse (<Operando1>) en el comodín correspondiente ubicado encima de la instrucción. La marca de flancos (<Operando2>) se indica en el comodín de operandos situado debajo de la instrucción. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

--(N)--: Activar operando con flanco de señal descendente.- La instrucción "Activar operando con flanco de señal descendente" permite

activar un operando indicado (<Operando1>) cuando se detecta un cambio del resultado lógico (RLO) de "1" a "0". La instrucción compara el RLO actual con el RLO de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos (<Operando2>). Si la instrucción detecta un cambio del RLO de "1" a "0", significa que hay un flanco de señal descendente.

Si se detecta un flanco de señal descendente, el <Operando1> adopta el estado lógico "1" durante un ciclo del programa. En los demás casos, el estado lógico del operando es "0". Indique el operando que debe activarse (<Operando1>) en el comodín correspondiente ubicado encima de la instrucción. La marca de flancos (<Operando2>) se indica en el comodín de operandos situado debajo de la instrucción. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

TEMPORIZADORES

TP: Impulso.- La instrucción "Impulso" permite activar la salida Q por un tiempo programado. La instrucción se inicia cuando el resultado lógico (RLO) de la entrada IN cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente). El tiempo programado PT empieza a contarse al iniciar la instrucción. La salida Q se activa por el tiempo PT, independientemente de cómo evolucione la señal de entrada. La detección de un nuevo flanco de señal ascendente tampoco influye en el estado lógico de la salida Q mientras transcurra el tiempo PT.

El valor de tiempo actual se puede consultar en la salida ET. Este valor de tiempo empieza a partir de T#0s y termina al alcanzarse el valor del tiempo PT. Una vez alcanzado este tiempo PT y si el estado lógico de la entrada IN es "0", se desactiva la salida ET. A cada llamada de la instrucción "Impulso" debe asignársele un temporizador CEI, en el que se guardan los datos de la instrucción. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

Cronograma de impulsos

La figura siguiente muestra el diagrama de impulsos de la instrucción "Impulso":

TON: Retardo al conectar.- Con la instrucción "Retardo al conectar" se puede retardar la activación de la salida Q por el tiempo programado PT. La instrucción se inicia cuando el resultado lógico (RLO) de la entrada IN cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente). El tiempo programado PT empieza a contarse al iniciar la instrucción. Una vez transcurrido el tiempo PT, la salida Q devuelve el estado lógico "1". La salida Q permanece activada mientras la entrada de arranque esté puesta a "1". Cuando el estado lógico de la entrada de arranque cambia de "1" a "0", se desactiva la salida Q. La función de temporización se reinicia al detectarse un flanco de señal ascendente nuevo en la entrada de arranque.

El valor de tiempo actual se puede consultar en la salida ET. Este valor de tiempo empieza a partir de T#0s y termina al alcanzarse el valor del

tiempo PT. La salida ET se desactiva en cuanto el estado lógico de la entrada IN cambia a "0". A cada llamada de la instrucción "Retardo al conectar" debe asignársele un temporizador CEI, en el que se guardan los datos de la instrucción.

Cronograma de impulsos

La figura siguiente muestra el cronograma de impulsos de la instrucción "Retardo al conectar": (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

TOF: Retardo al desconectar.- Con la instrucción "Retardo al desconectar" se puede retardar la desactivación de la salida Q por el tiempo programado PT. La salida Q se activa cuando el resultado lógico (RLO) de la entrada IN cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente). Cuando el estado lógico de la entrada IN cambia nuevamente a "0", el tiempo programado PT deja de contar. La salida Q permanece activada mientras transcurre el tiempo PT. Una vez transcurrido el tiempo PT se desactiva la salida Q. Si el estado lógico de la entrada IN cambia a "1" antes de que transcurra el tiempo PT, se inicializa el temporizador. El estado lógico de la salida Q permanece a "1".

El valor de tiempo actual se puede consultar en la salida ET. Este valor de tiempo empieza a partir de T#0s y termina al alcanzarse el valor del tiempo PT. Una vez transcurrido el tiempo PT, el valor actual de la salida ET

se conserva hasta que la entrada IN cambie nuevamente a "1". Si el estado lógico de la entrada IN cambia a "1" antes de transcurrir el tiempo PT, la salida ET adopta el valor T#0s.

A cada llamada de la instrucción "Retardo al desconectar" debe asignársele un temporizador CEI, en el que se guardan los datos de la instrucción. (SIEMENS, SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12)

TONR: Acumulador de tiempo.- La instrucción "Acumulador de tiempo" permite acumular valores de tiempo dentro de un periodo definido por el parámetro PT. Cuando el estado lógico de la entrada IN cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente), se ejecuta la instrucción y se empieza a contar el tiempo PT. Mientras transcurre el tiempo PT se van acumulando los valores de tiempo que se leen cuando el estado lógico de la entrada IN es "1". El tiempo acumulado se deposita en la salida ET y se puede consultar allí. Una vez se ha alcanzado el tiempo PT, la salida Q devuelve el estado lógico "1". El parámetro Q permanece a "1" aunque el estado lógico del parámetro IN cambie de "1" a "0" (flanco de señal descendente).

La entrada R desactiva las salidas ET y Q independientemente del estado lógico de la entrada de arranque. A cada llamada de la instrucción "Acumulador de tiempo" debe asignársele un temporizador CEI en el que se guardan los datos de la instrucción.

CAPÍTULO 2: Descripción del programa elaborado.

El programa que se realizó está dividido en varios bloques de programación en los cuales se realizan sub secuencias. Los cuales son MAIN, ENCENDIDO, ALARMAS, ARASTRE Y SOPLADO, SECUENCIA HORNO 1, SECUENCIA HORNO 2, SECUENCIA FORMADOR Y ARRANQUES SENCILLOS.

Y también bloques de datos que se crean para guardar información como tiempo de temporizado conteo de acciones entre otras.

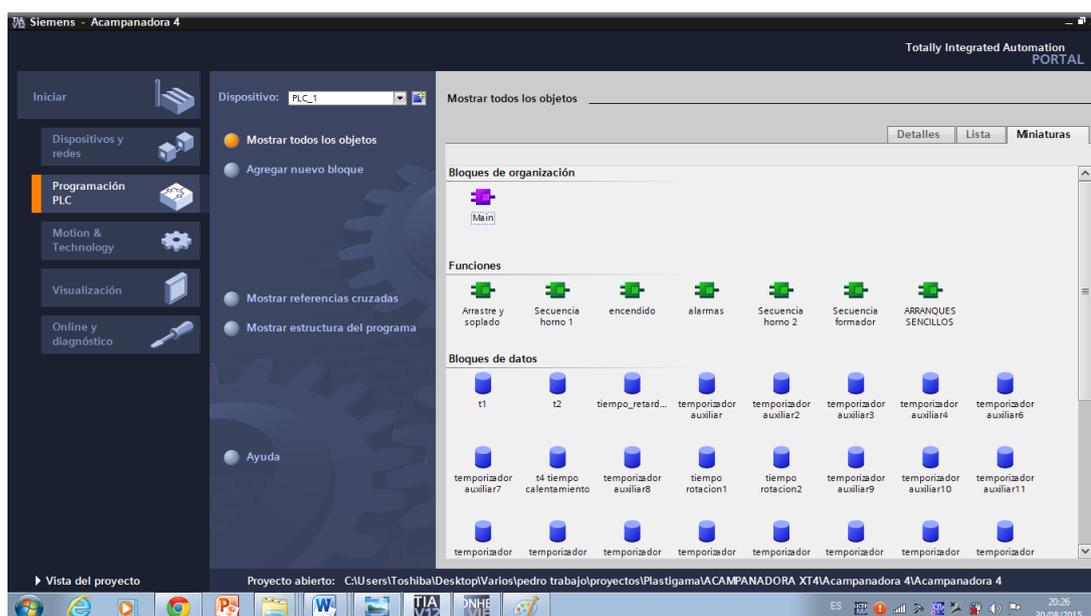


Figura 2. 1: Vista general de bloques de programación.

Elaborado por: Autor

2.1. MAIN.

Este bloque de programación es el bloque principal, el PLC únicamente ejecuta lo que está programado en el por lo tanto todas las instrucciones que

se ejecuten en un bloque diferente a este no serán ejecutadas a menos que se declare en el bloque MAIN que deben de serlo.

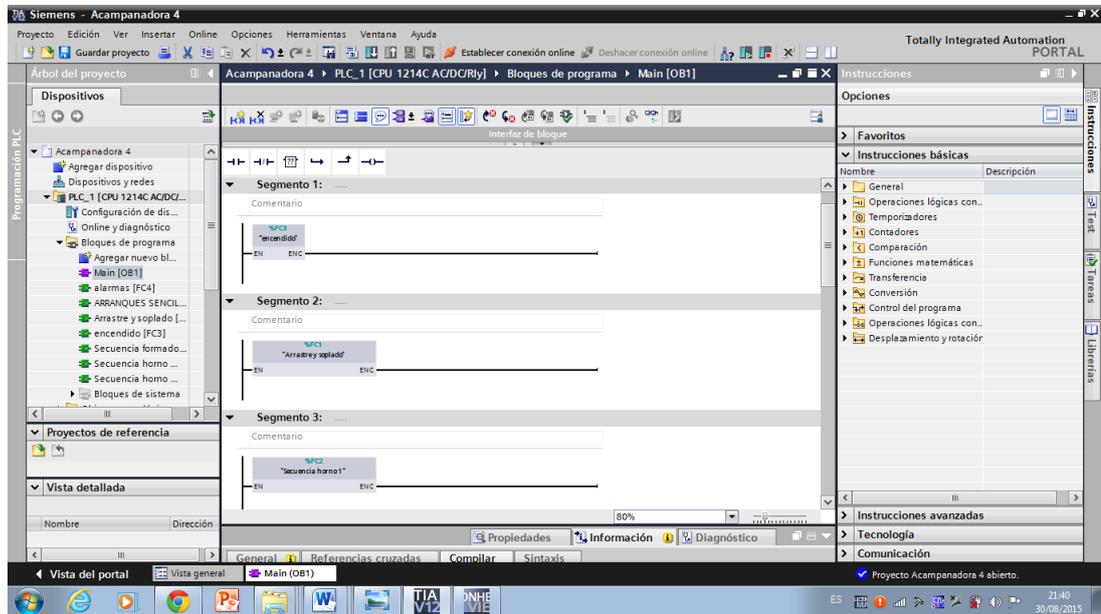


Figura 2. 2: MAIN parte uno.
Elaborado por: Autor

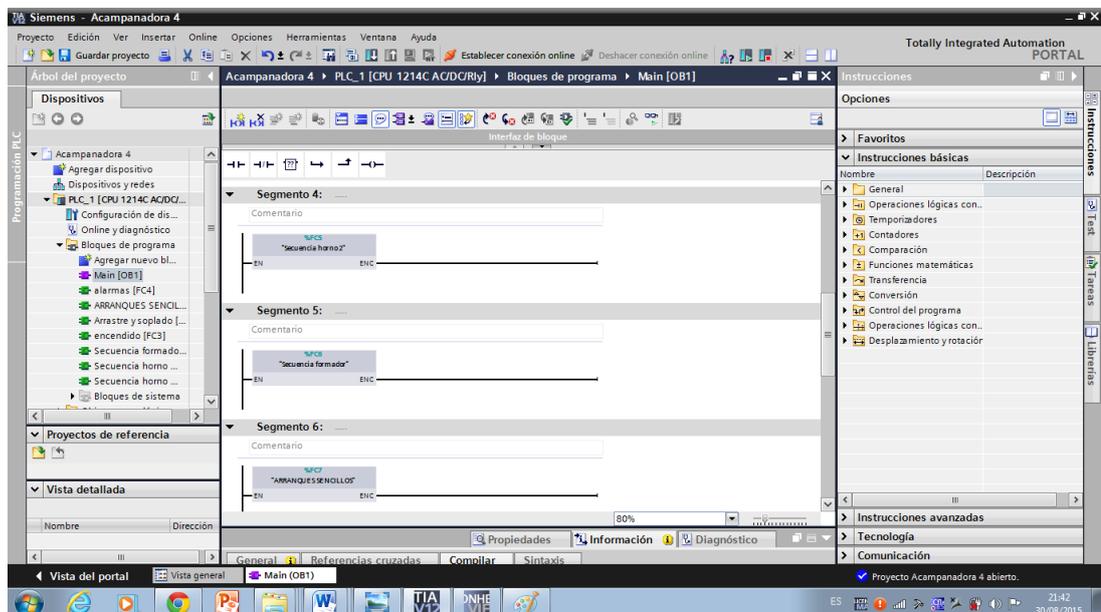


Figura 2. 3: MAIN parte 2.
Elaborado por: Autor

En las imágenes anteriores podemos observar que se ha realizado el llamado de los bloques de función al MAIN de esta manera el PLC ejecutara también estos bloques.

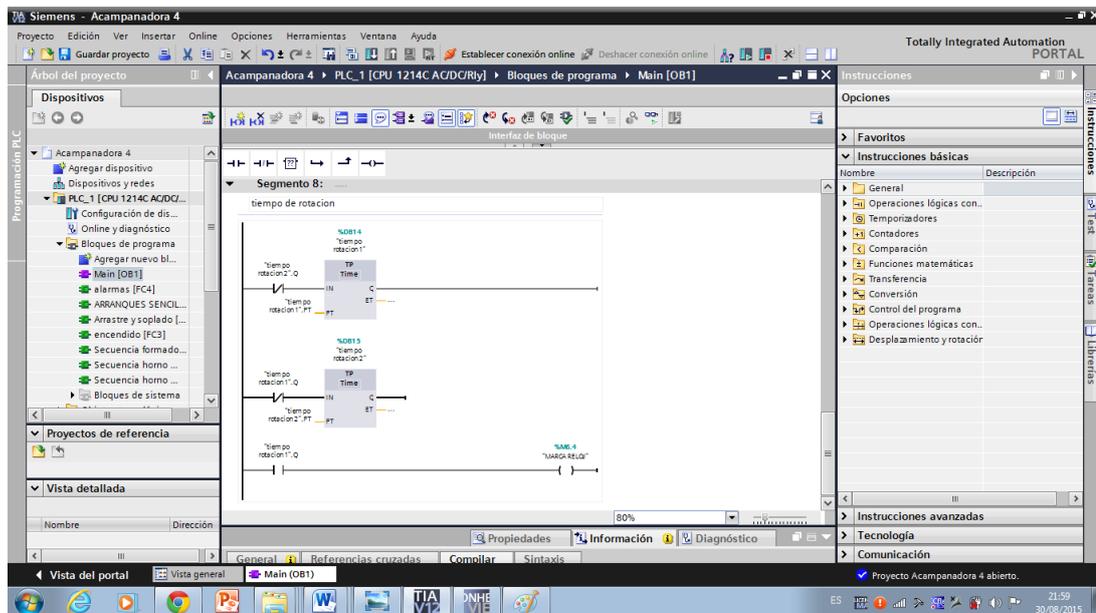


Figura 2. 4: MAIN parte 3.
Elaborado por: Autor

En estos segmentos se encuentran las instrucciones para el cambio de sentido de giro del tubo cuando se encuentre en los hornos de calentamiento se programaron en el MAIN, para que se ejecuten sin importar el resto del programa.

2.2. FC 1 ARRASTRE Y SOPLADO.

En este bloque se realiza todo la secuencia de arrastre del tubo desde el alimentador para que quede en posición correcta, y así poder iniciar el proceso de formación.

En el segmento uno al estar presente un tubo en la entrada del alimentador este activa un temporizador con retardo a la conexión después de cumplirse este tiempo se activa una marca auxiliar de indicación, que será desactivada al llegar el tubo a su posición adecuada y activar un sensor final de carrera ubicado estratégicamente ubicado.

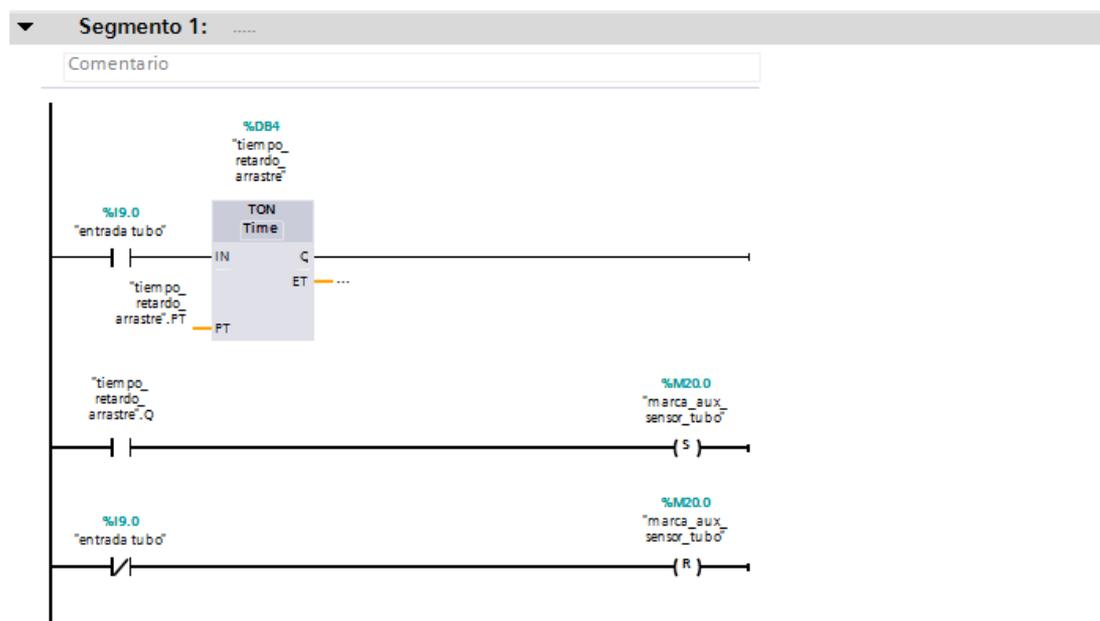


Figura 2. 5: FC 1 parte 1.
Elaborado por: Autor

Ya en el segundo segmento vemos como esta marca auxiliar en combinación con una serie de combinación de seguridad manda a activar el arrastre de tubo junto al levantamiento de este, los cuales también pueden activarse de manera manual. También en este segmento se encuentra programada la activación y desactivación de la marca auxiliar de indicación de fin de arrastre de tubo, utilizando como activación el flanco negativo de la señal de arrastre y como desactivación el flanco negativo de la señal de soplador.

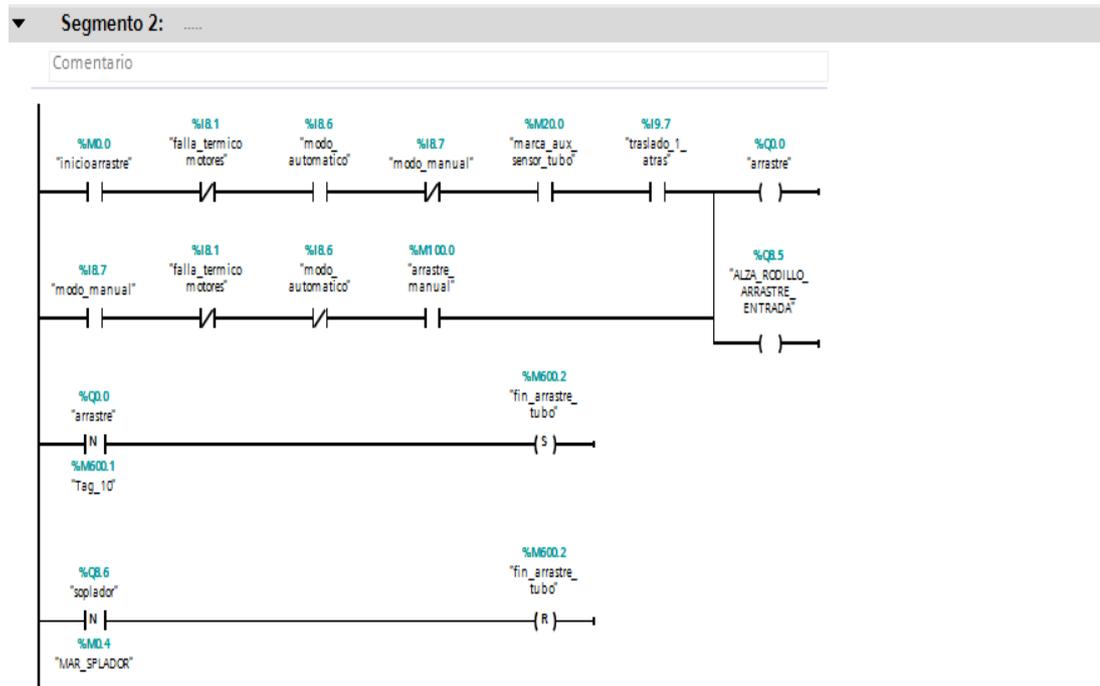


Figura 2. 6: FC 1 parte 2.
Elaborado por: Autor

En el tercer segmento observamos como la marca auxiliar de final de arrastre de tubo manda a arrancar un temporizador con retardo a la conexión T1 el cual una vez que cumple su tiempo activa un temporizador por impulso T2 que genera el pulso para la activación del soplador, durante la duración del pulso generado por el temporizador el soplador se mantiene encendido una vez que el pulso termina el soplador se apaga.

También se programó un temporizador con retardo a la conexión TEMPORIZADOR AUXILIAR que se activa con la señal de salida del temporizador T2.

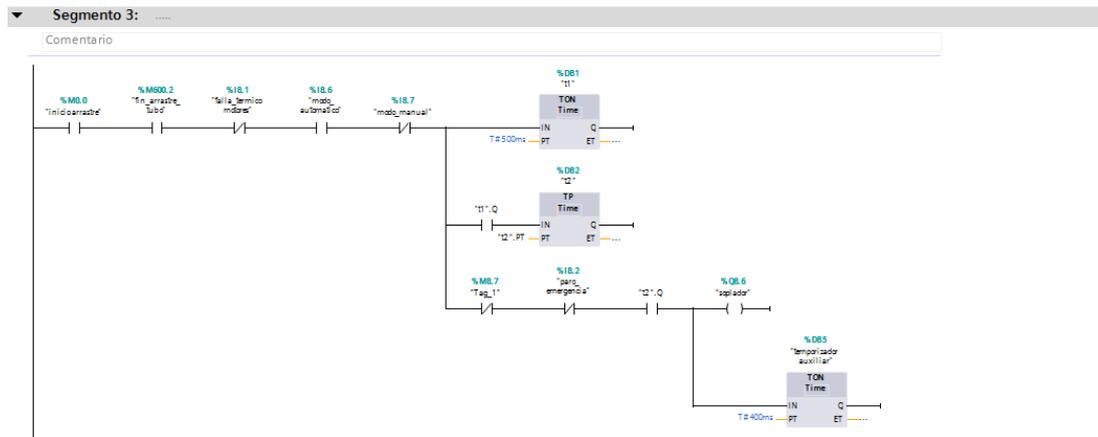


Figura 2. 7: FC 1 parte 3.
Elaborado por: Autor

En el segmento cuatro se realizan la activación y desactivación de la marca auxiliar de levantamiento de la bancada la cual es un pieza mecánica la cual levanta el tubo alistándolo para ser desplazado hacia el horno de calentamiento uno.

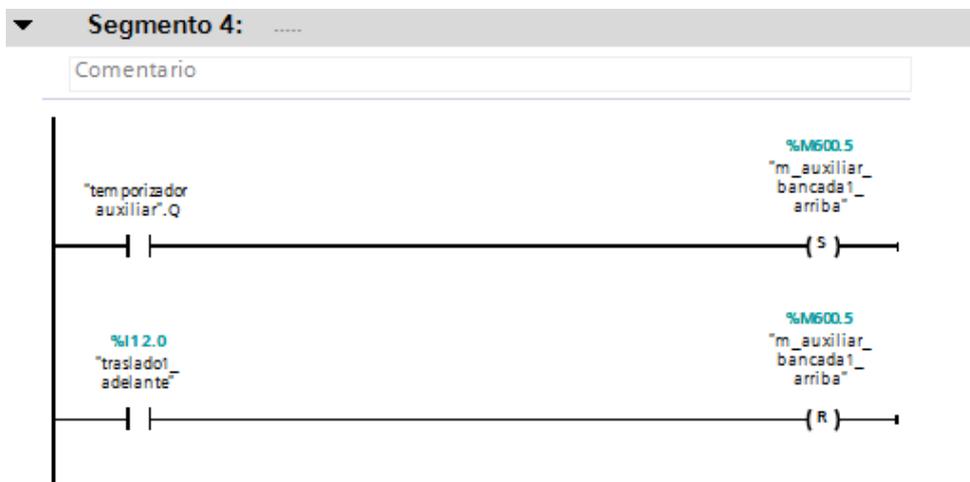


Figura 2. 8: FC 1 parte 4.
Elaborado por: Autor

En el segmento número cinco se encuentran dos temporizadores TEMPORIZADOR AUXILIAR 4 Y TEMPORIZADOR AUXILIAR 5 los cuales son activados con la señal del sensor que marca que el traslado esta

adelante y lo que quiere decir que se encuentra ya en la posición para pasar al primer proceso de calentamiento.

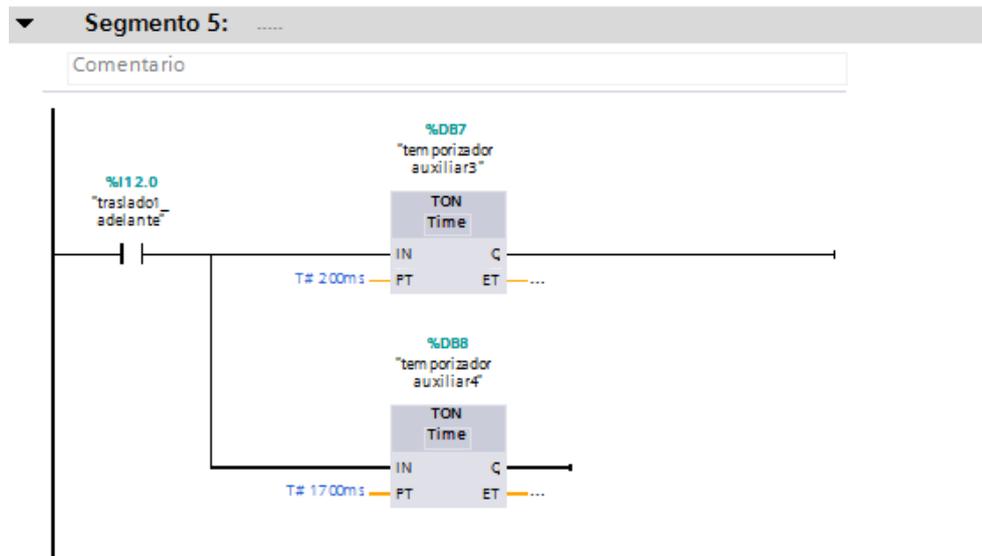


Figura 2. 9: FC 1 parte 5.

Elaborado por: Autor

El segmento seis es en el cual se realiza el levantamiento de la bancada en otras palabras del tubo, al activarse la marca auxiliar de levantamiento de bancada en el segmento cuatro junto a una serie de condiciones de seguridad la bancada se levanta activando el sensor tubo a la entrada arriba. Esta también puede mandarse a levantar de manera manual, al activarse la salida del TEMPORIZADOR AUXILIAR 3 esta se manda a bajar.

En el segmento siete se realiza el traslado de la entrada de tubo hasta la fase de horno uno. Al activarse el sensor de tubo a la entrada arriba en serio con varias señales de seguridad se inicia el traslado, también puede ser activado de modo manual.

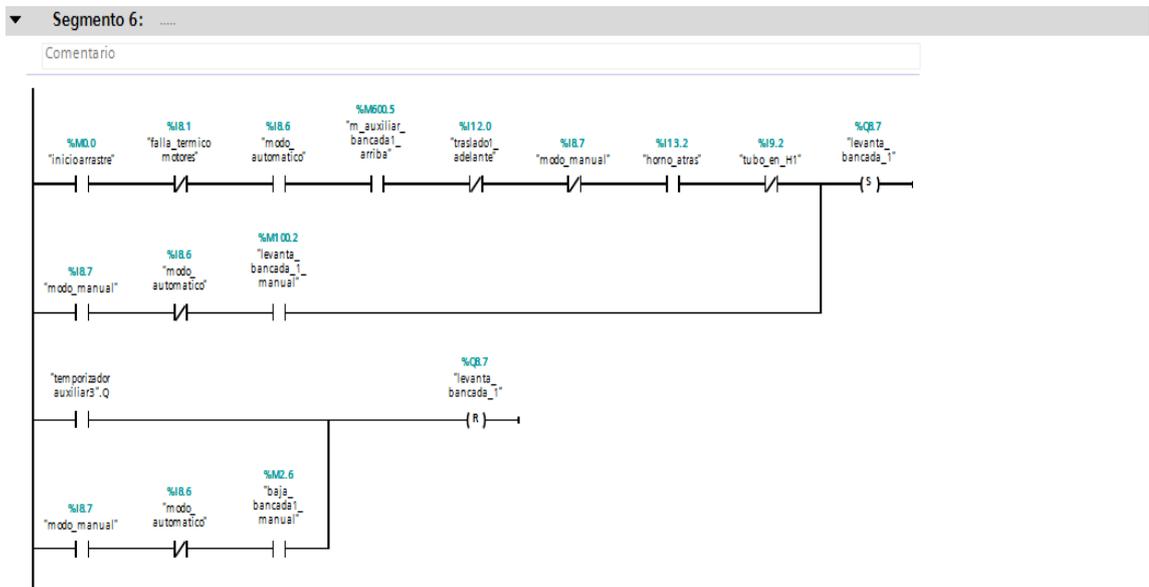


Figura 2. 10: FC 1 parte 6.
Elaborado por: Autor

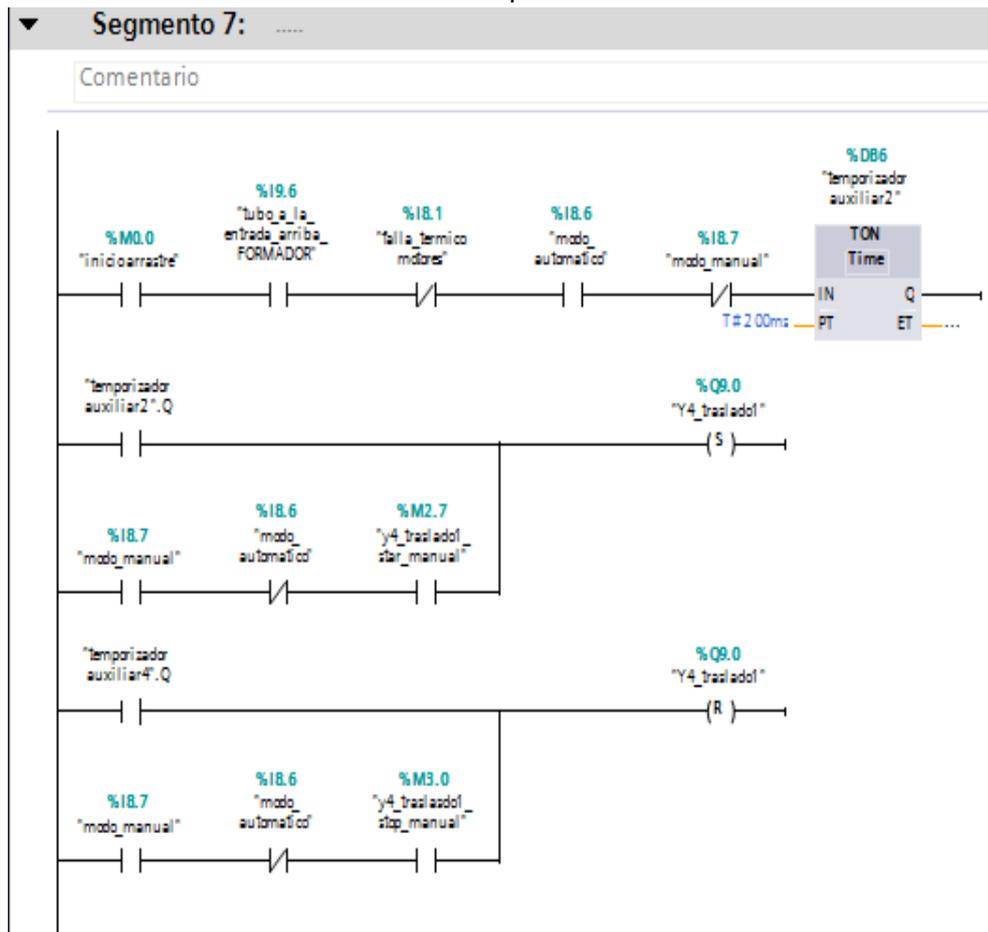


Figura 2. 11: FC 1 parte 7.
Elaborado por: Autor

Si nos fijamos al activarse el sensor de traslado adelante tanto el elevador como el trasladador de tubo se encuentra desactivado puesto que el tubo está listo en posición para el horno 1.

2.3. FC 2 SECUENCIA HORNO 1.

En esta bloque de función se realiza la fase uno de calentamiento del tubo y el traslado a la posición para que empiece la fase dos de calentamiento. En el segmento uno vemos que los sensores de tubo en posición de horno uno y de traslado uno atrás mandan a arrancar un temporizador por impulso la salida del cual envía a bajar el rodillo de arrastre del primer horno, el cual subirá con la señal del TEMPORIZADOR AUXILIAR 8.

Vemos también que la señal de rodillo abajo envía a arrancar un temporizador con retardo a la conexión TEMPORIZADOR AUXILIAR 6 el cual a veces manda a arrancar un temporizador por impulso TEMPORIZADOR AUXILIAR 7. Vemos que también la señal de horno 1 adelante realiza el mismo proceso con el temporizador TIEMPO DE CALENTAMIENTO y el TEMPORIZADOR AUXILIAR 8.

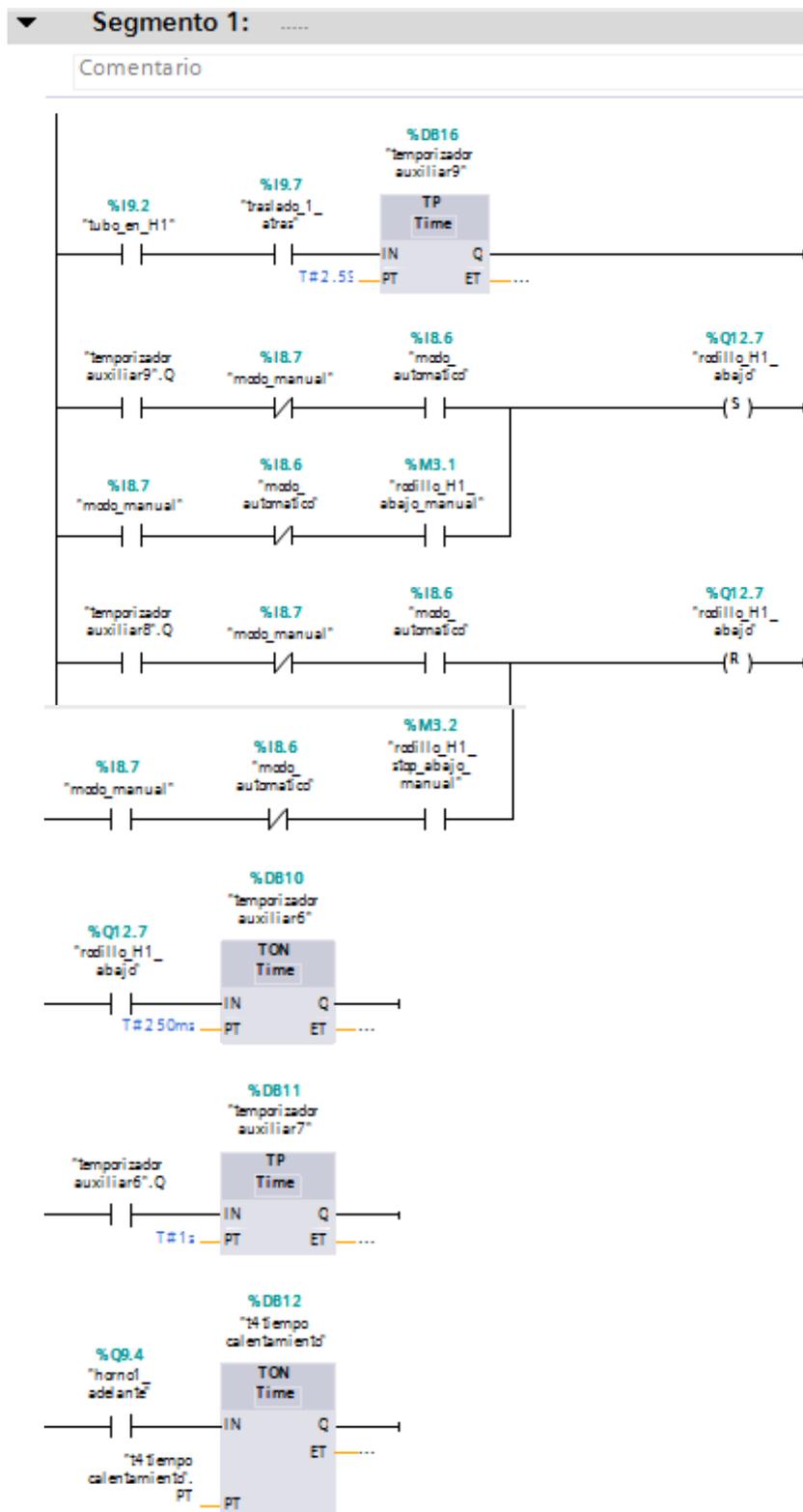


Figura 2. 12: FC 2 parte 1.
Elaborado por: Autor

En el segmento 2 observamos como la salida del temporizador auxiliar 7 en serie con señales de seguridad envían el horno de la maquina hacia adelante lo cual calentara el tubo, vemos también que la salida del Temporizador auxiliar 8 envía el horno hacia atrás.

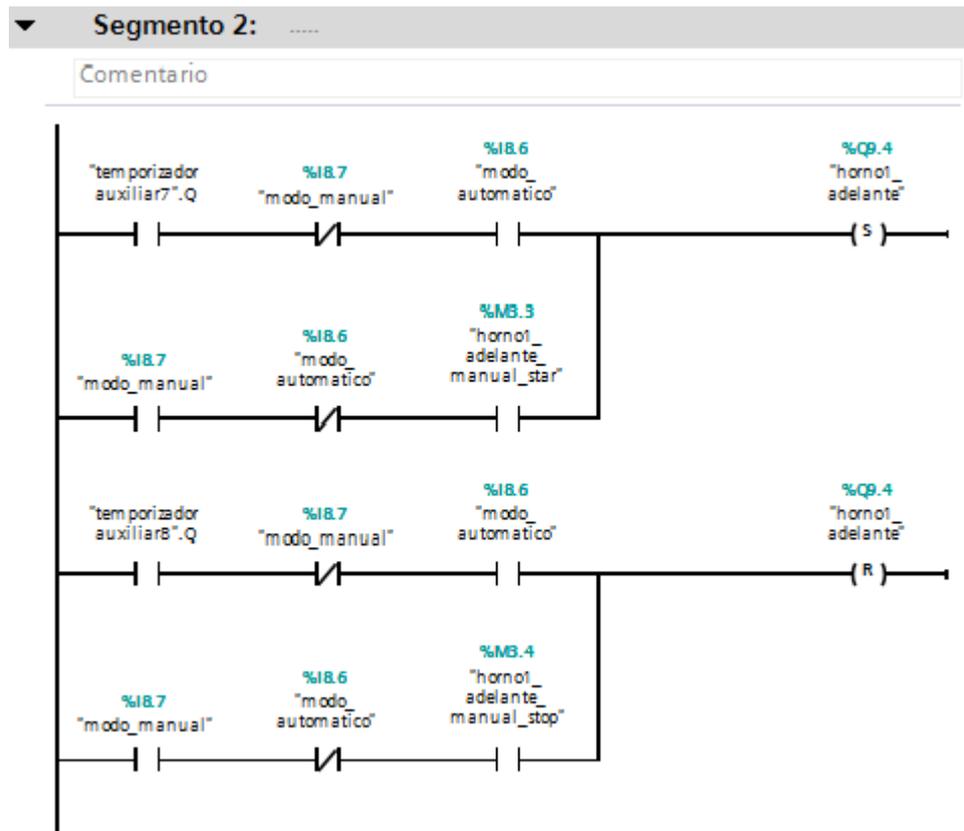


Figura 2. 13: FC 2 parte 2.
Elaborado por: Autor

En el segmento tres se realizan la rotación del tubo a la derecha y luego a la izquierda para que así se caliente uniformemente.

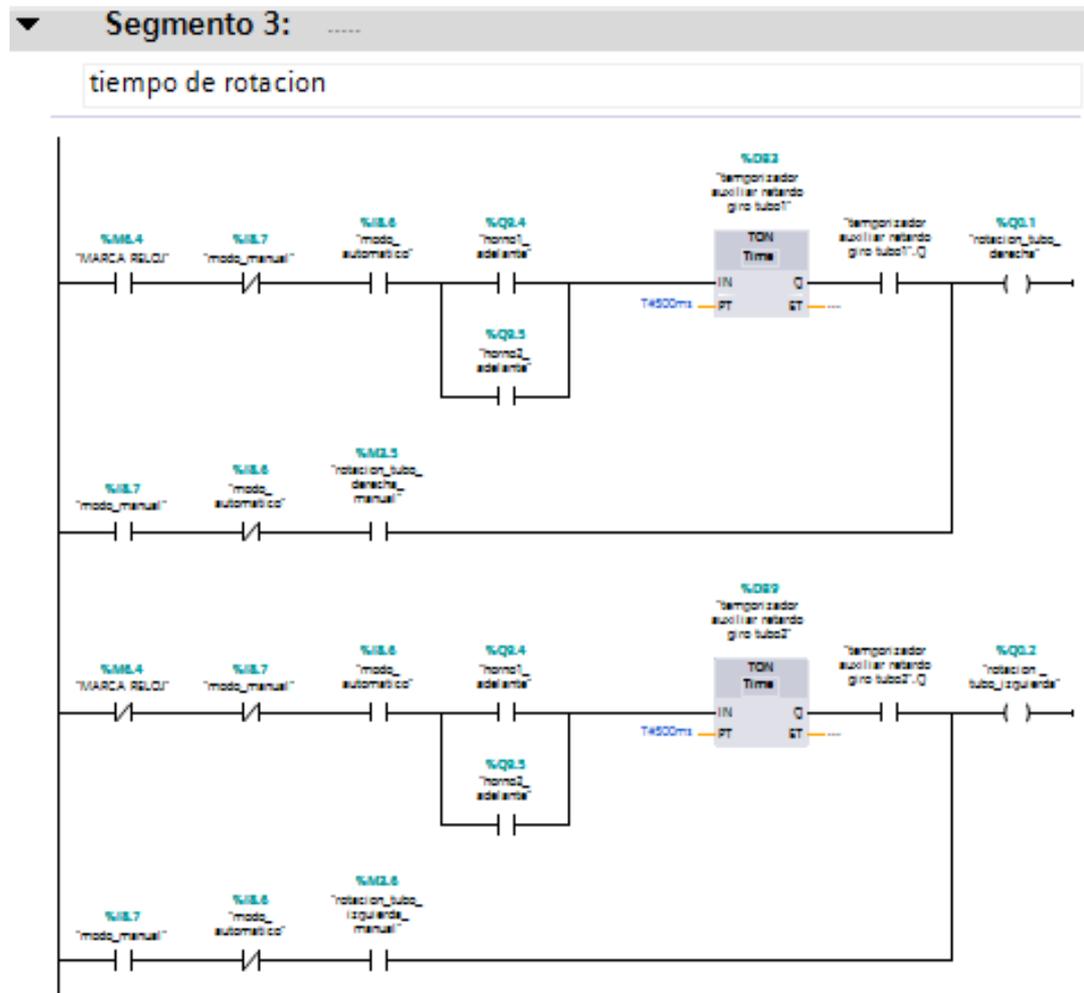


Figura 2. 14: FC 2 parte 3.
Elaborado por: Autor

En el segmento cuatro vemos como con la activación de la salida del TEMPORIZADOR AUXILIAR 8 se activa la marca auxiliar para el traslado del horno uno al horno dos, esta se desactiva con la activación de los sensores traslado 2 adelante y bancado H1 arriba.

Al activarse esos dos sensores también se manda a arrancar los temporizadores con retardo a la conexión TEMPORIZADOR AUXILIAR 11 Y TEMPORIZADOR AUXILIAR 12 los cuales a su vez activan los

temporizadores por impulso TEMPORIZADOR AUXILIAR 13 y 14 respectivamente. Esto se realizar para crear un impulso prolongado limitado.

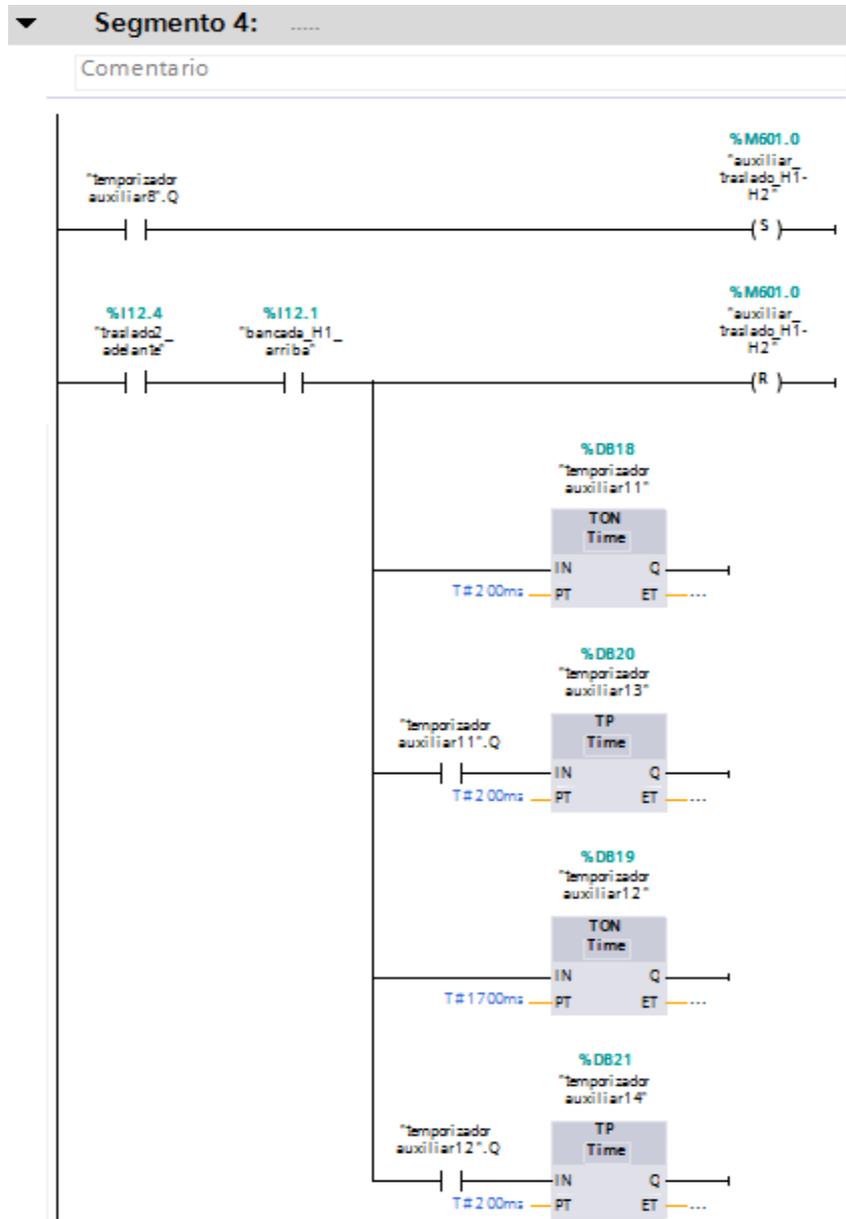


Figura 2. 15: FC 2 parte 4.

Elaborado por: Autor

En el segmento 5 vemos como se activa nuevamente el traslado a H1 esto es debido a que solo existe un brazo de traslado por lo tanto para trasladar de horno uno a horno 2 debemos ubicarlo primero en el horno uno.

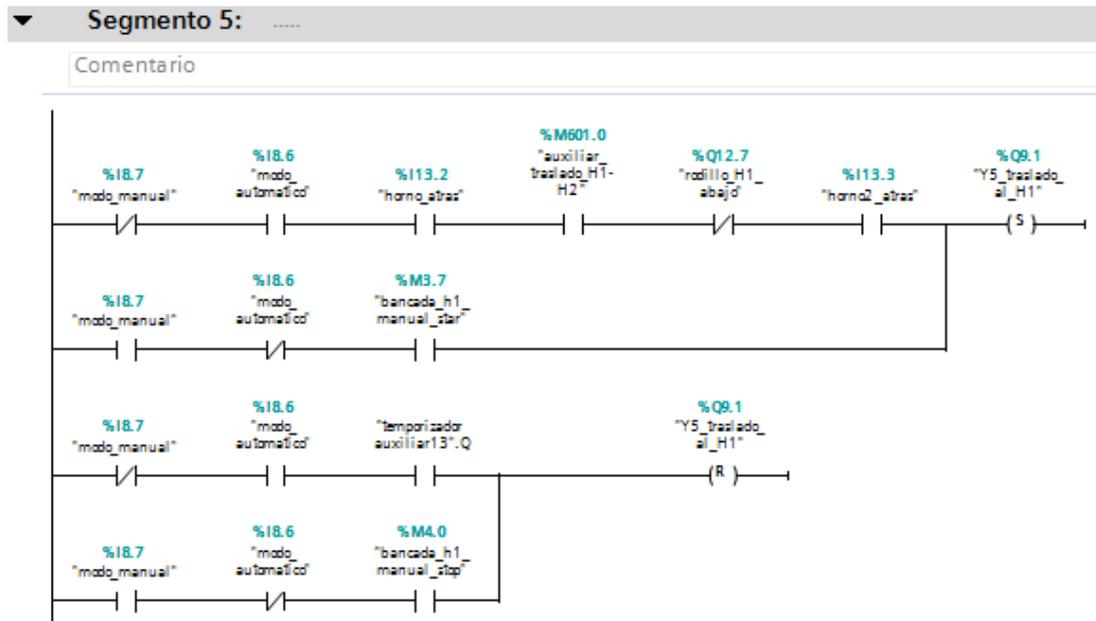


Figura 2. 16: FC 2 parte 5.
Elaborado por: Autor

En el segmento 6 se realiza el traslado al horno dos una vez la bancada del horno uno está arriba arranca un temporizador con retardo a la conexión TEMPORIZADOR AUXILIAR 10, la salida de este es la que inicia el traslado la cual se detiene por el temporizador 14. Ahora el tubo está listo para la segunda etapa de calentamiento.

2.4. FC 3 SECUENCIA HORNO 2.

En este bloque de función se realiza la segunda etapa de calentamiento del tubo. En el segmento uno podemos observar como al igual que en la secuencia de horno 1 se empieza con la lógica para la subida y bajada del rodillo. Y a su vez se activa y desactiva temporizadores auxiliares y así se envía la confirmación temporizada de que el horno esta abajo y se da el tiempo de calentamiento con la señal de horno adelante.

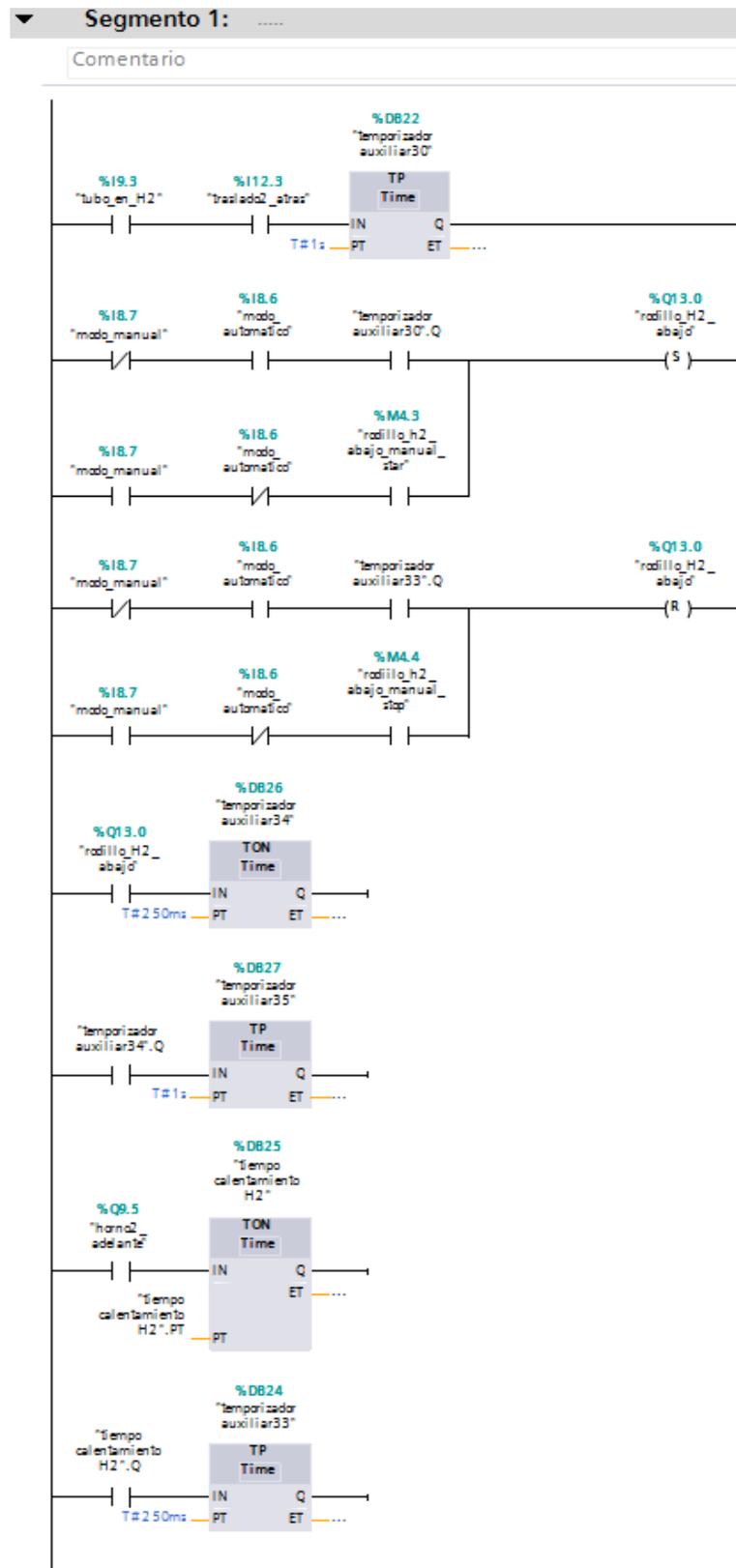


Figura 2. 17: FC 3 parte 1.
Elaborado por: Autor

En el segmento dos vemos las secuencias para enviar el horno adelante y atrás.

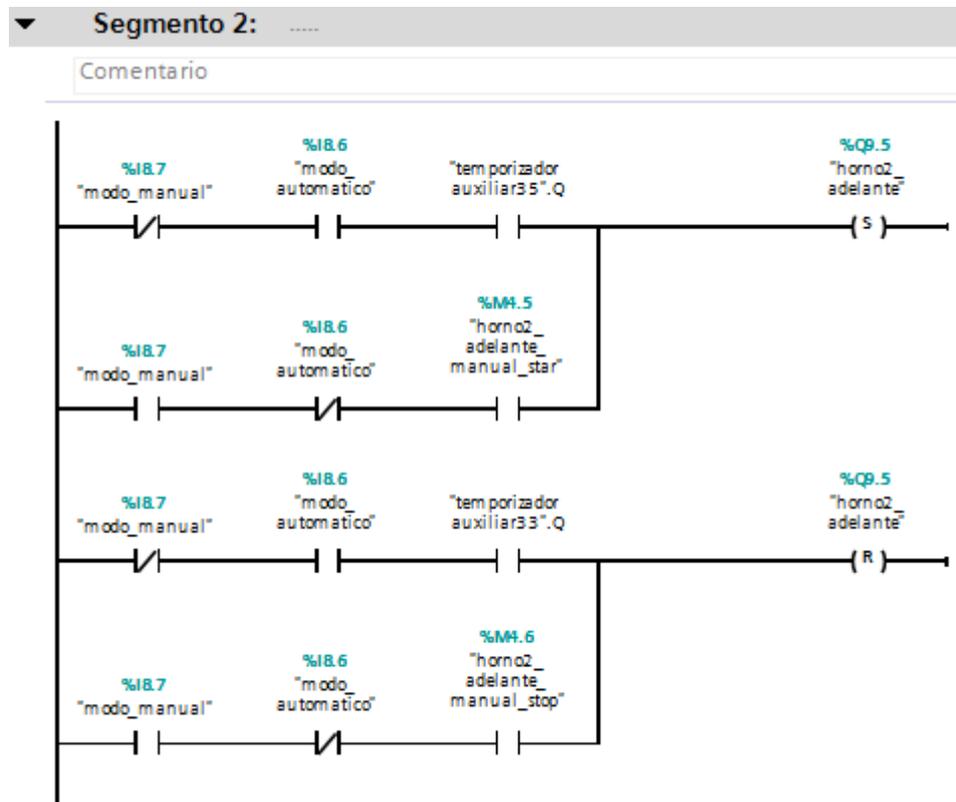


Figura 2. 18: FC 3 parte 2.
Elaborado por: Autor

En el segmento tres vemos como empieza la secuencia para el traslado a la etapa de formación de campana, esta empieza con la salida del temporizador auxiliar 33 el cual activa la marca auxiliar de traslado. Una vez el traslado adelante se desactiva la marca auxiliar y arrancan los temporizadores auxiliares.

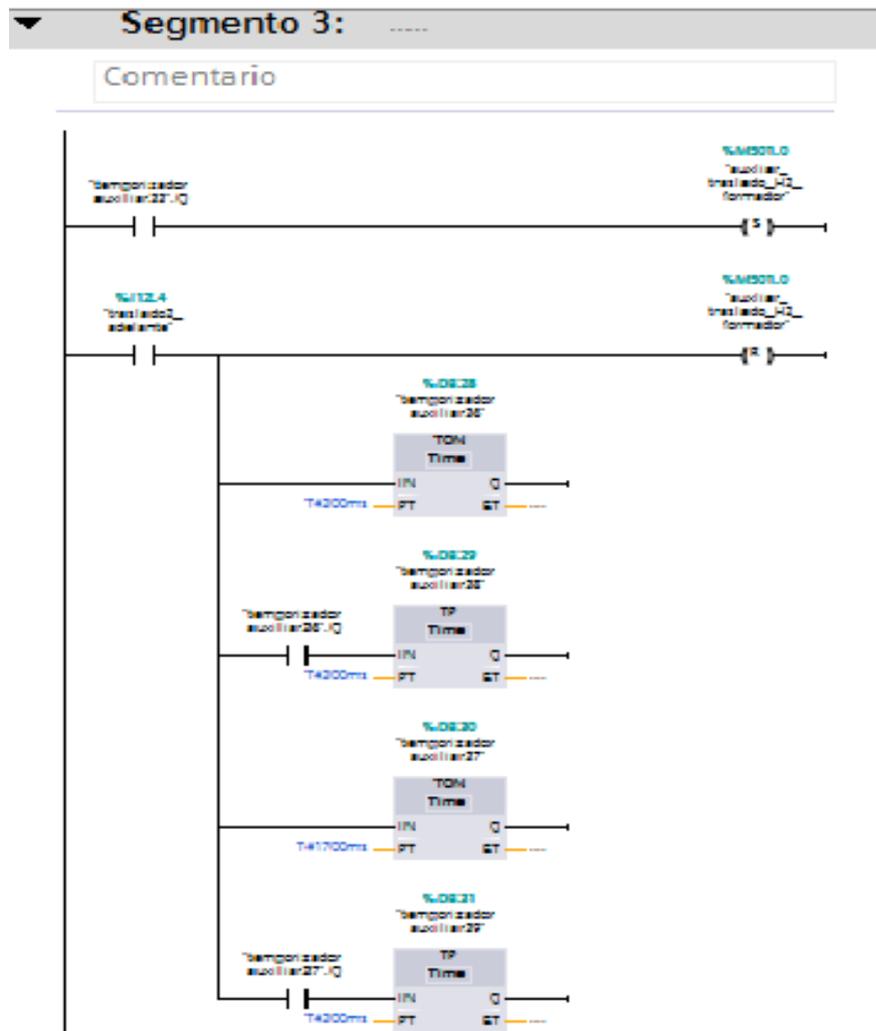


Figura 2. 19: FC 3 parte 3

Elaborado por: Autor

En el segmento cuatro vemos como al estar activada la marca auxiliar del traslado al formador esta manda a subir la bancada del horno dos. La cual se desactiva con la salida del temporizador auxiliar 38.

En el segmento cinco arranca el traslado del horno 2 al formado el cual tiene un bloqueo ya que si un tubo se esta se encuentra en el formado el siguiente debe esperar a que este termine de ser formado.

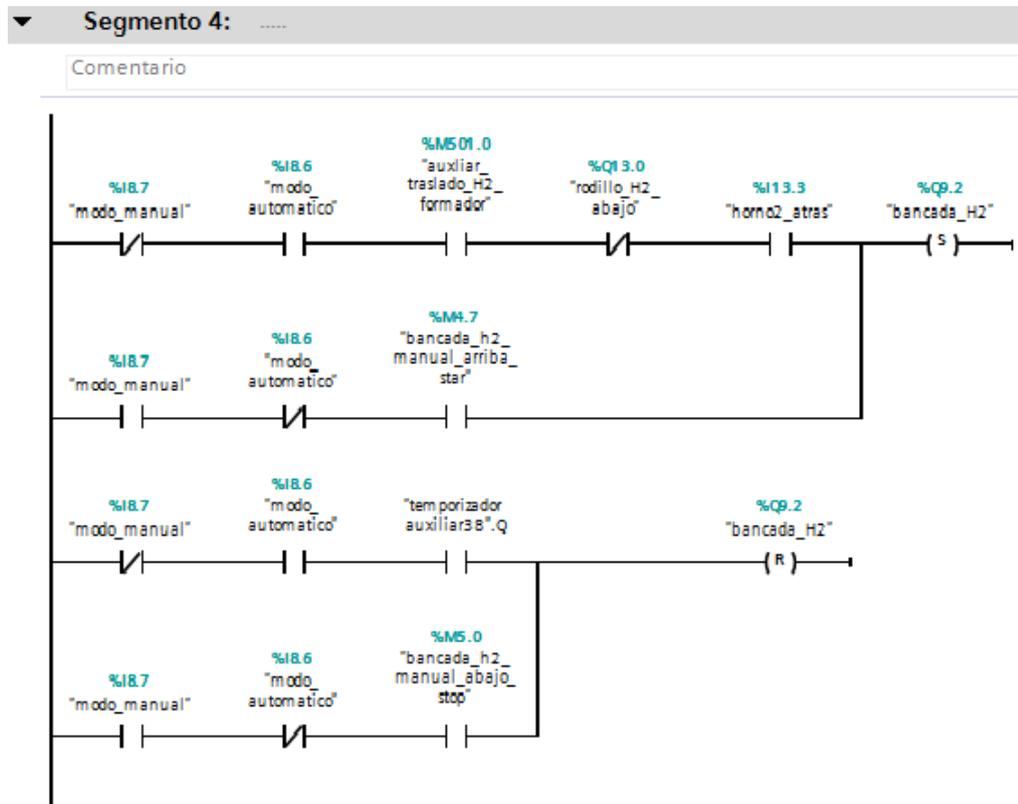


Figura 2. 20: FC 3 parte 4
Elaborado por: Autor

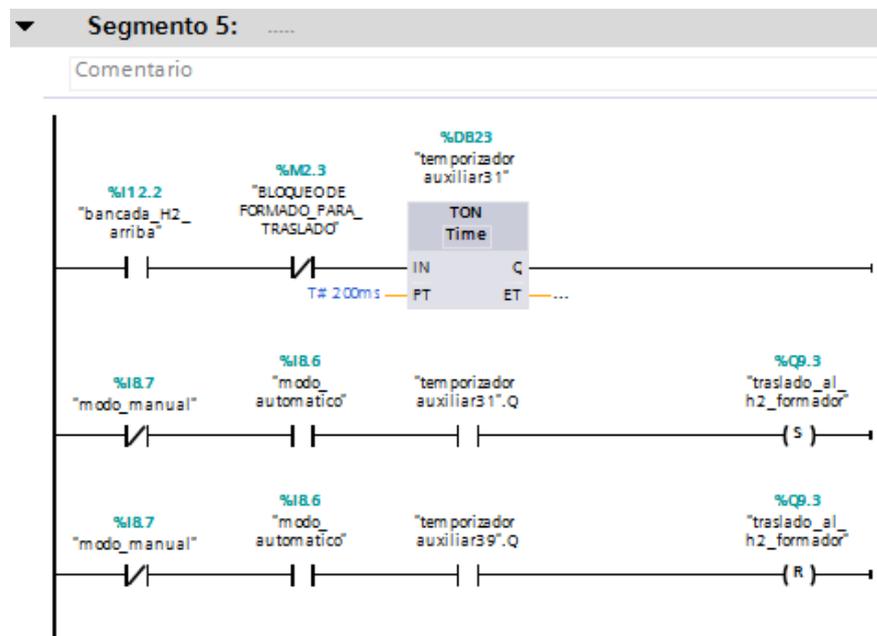


Figura 2. 21: FC 3 parte 5
Elaborado por: Autor

Ahora el tubo ha pasado a la etapa de formado.

2.5. FC 6 SECUENCIA FORMADOR.

En esta FC se ha realizado la secuencia para el formado que es la formación de la campana en el tubo que ya calentado es más maleable. En el segmento uno se realiza la activación de una marca auxiliar una vez que un tubo a ingresado en la mordaza y el formador esta atrás, de igual manera se activa el bloqueo de traslado debido a formado en proceso.

En el segmento dos se activan el ingreso a formador y también una marca auxiliar para bajar el rodillo de formador.

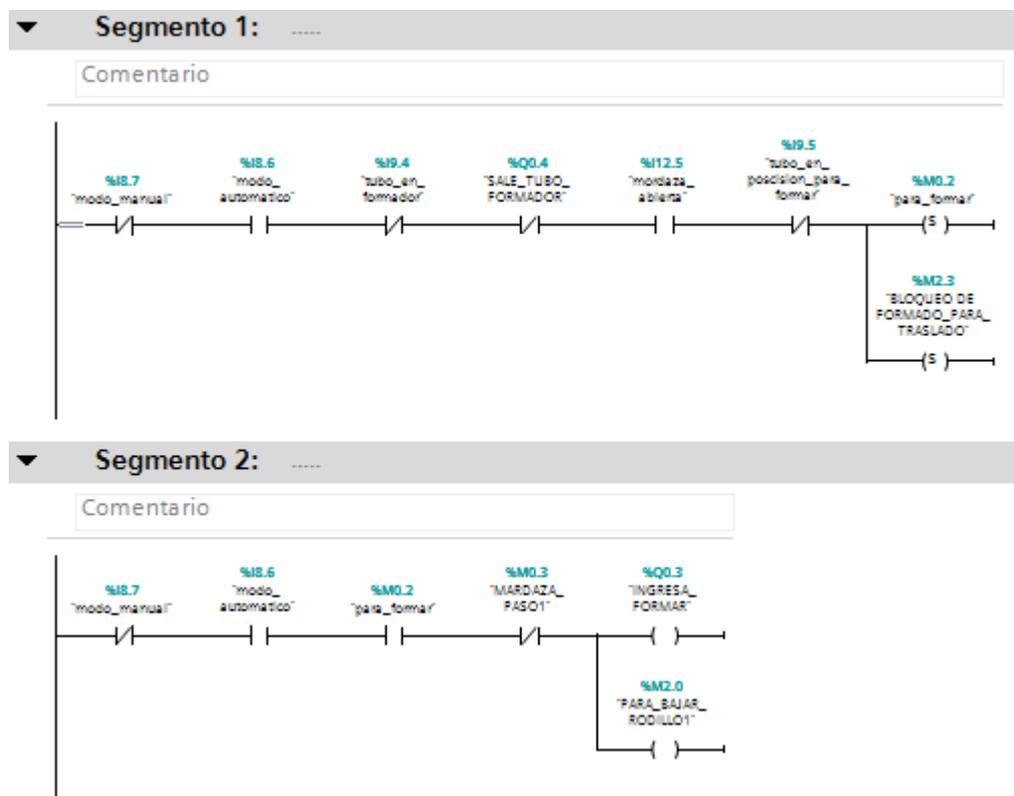


Figura 2. 22: FC 6 parte 1
Elaborado por: Autor

En el segmento tres se resetea la marca auxiliar para formar cuando el tubo está en posición para formar. En el segmento cuatro se realizan el cierre de la mordaza del formador la cual ajusta el tubo para que no se mueva al entrar el formador.

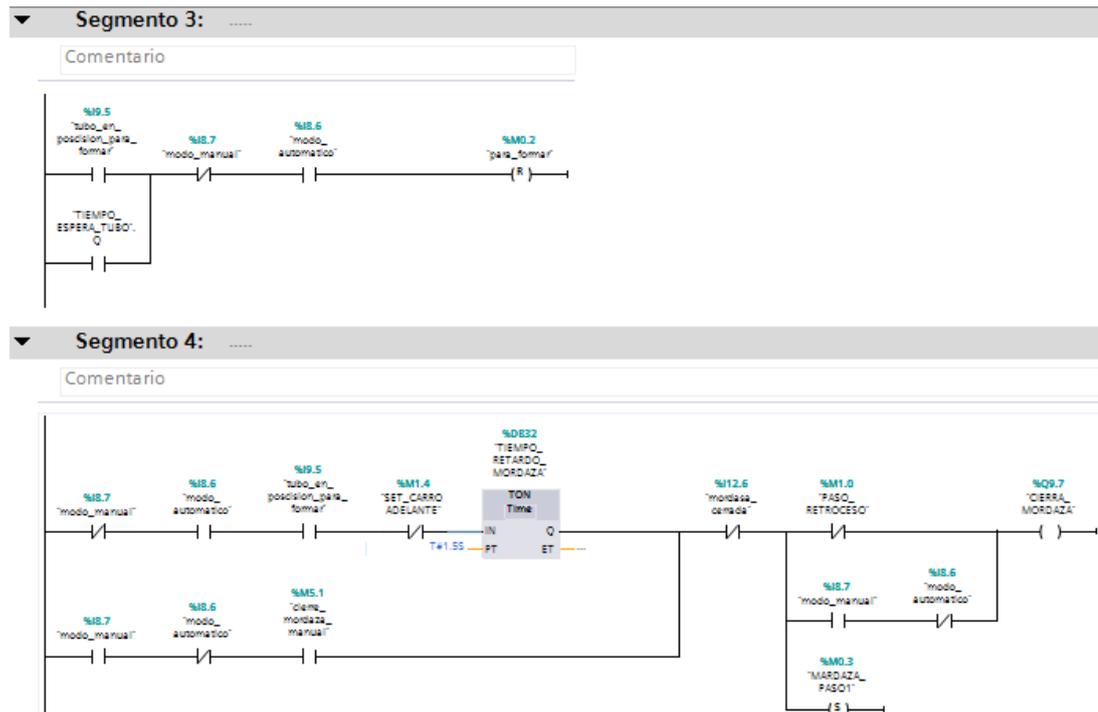


Figura 2. 23: FC 6 parte 2
Elaborado por: Autor

En el segmento cinco una vez cerrada la mordaza arranca el tiempo de retraso para el formador. En el segmento seis se activan la válvula para enviar el carro formador adelante y se activa la marca auxiliar de carro adelante. En el segmento 7 se activa la marca auxiliar para detener el carro formador. En el segmento número ocho se realiza una temporización de impulso para el ventilador de formado.

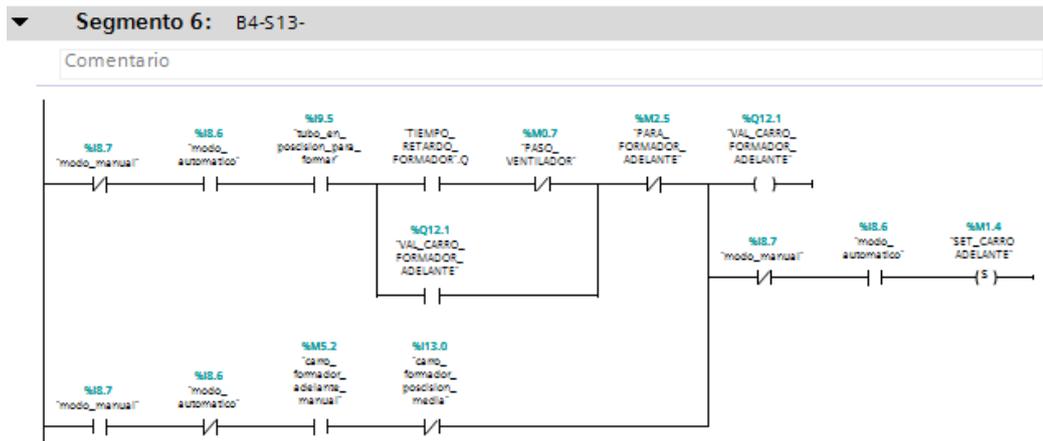
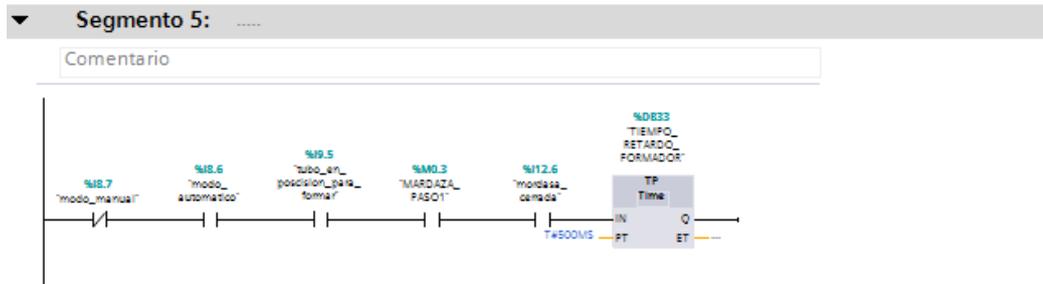


Figura 2. 24: FC 6 parte 3
Elaborado por: Autor

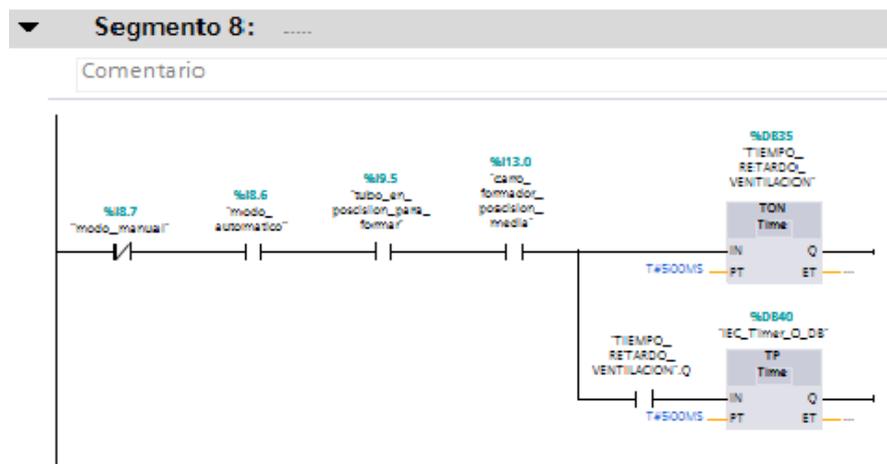
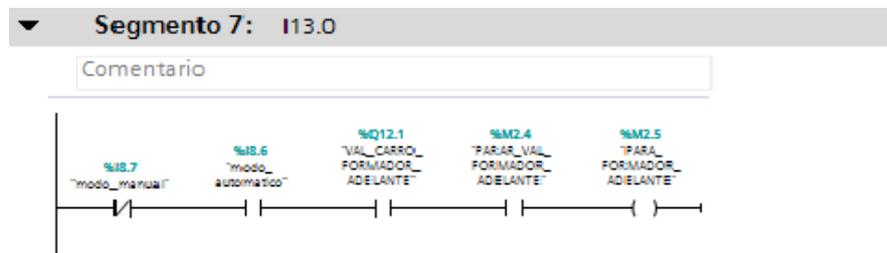


Figura 2. 25: FC 6 parte 4
Elaborado por: Autor

En el segmento 9 se realiza el arranque del ventilador de formado y a su vez se activa el paso de aire para así formar tubo. En el segmento 10 ya con el ventilador arrancado se da inicio al tiempo de ventilación.

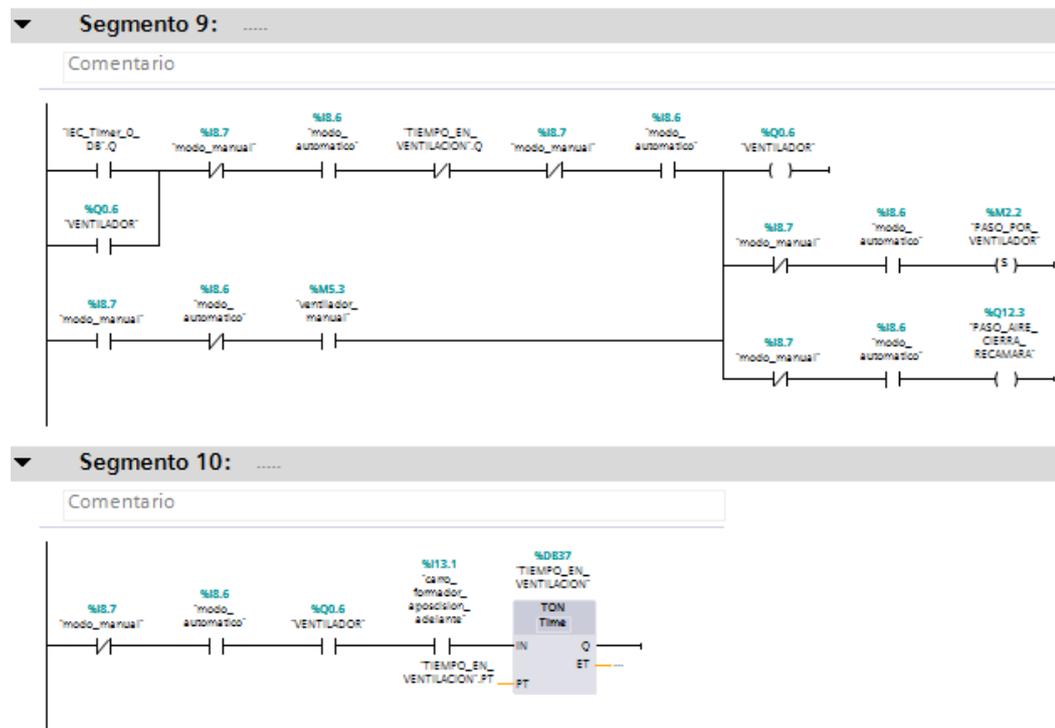


Figura 2. 26: FC 6 parte 5
Elaborado por: Autor

En el segmento 11 con las marcas set de carro adelante y el paso de ventilador activadas se activa la marca parara formador adelante y después de 1.5 segundos de activa la marca paso ventilador. En el segmento doce se activan la marca para el retroceso 500 mili segundos después de la activación de la marca paso ventilador.

En el segmento número 13 al activarse la marca paso retroceso se activa la válvula de retroceso del formador, también puede hacerse de manera manual.

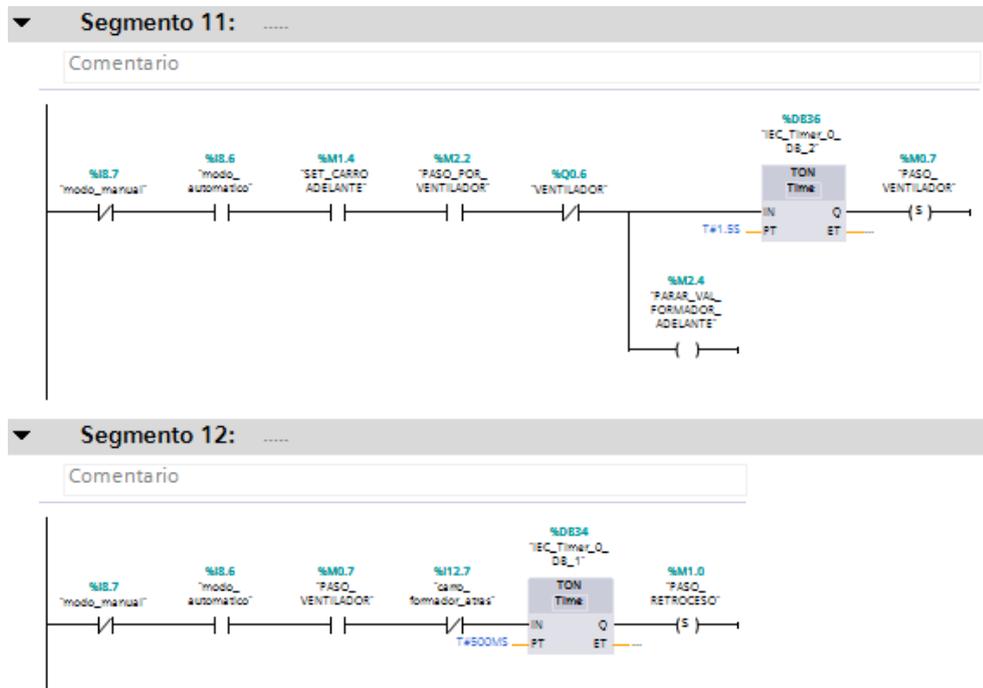


Figura 2. 27: FC 6 parte 6
Elaborado por: Autor

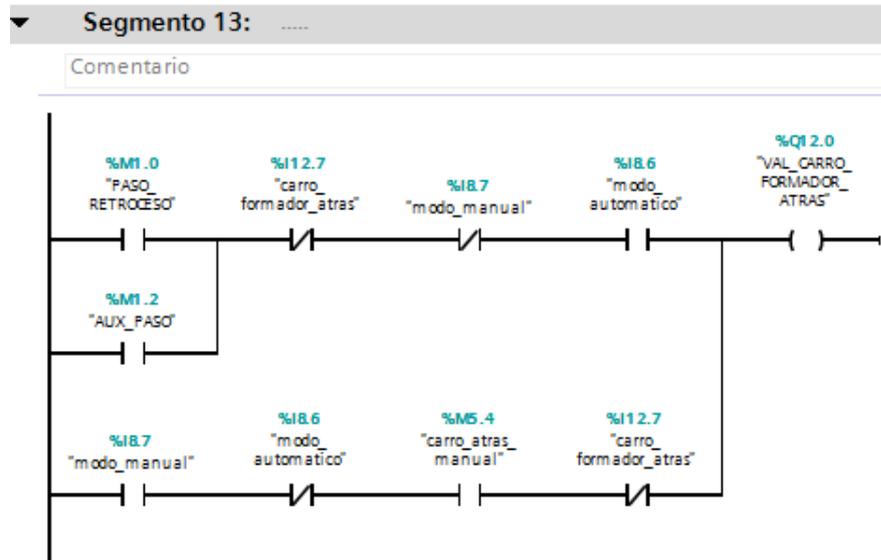


Figura 2. 28: FC 6 parte 7
Elaborado por: Autor

En el segmento catorce al cumplirse las condiciones previas se abre la mordaza, esta también puede ser abierta de manera manual.

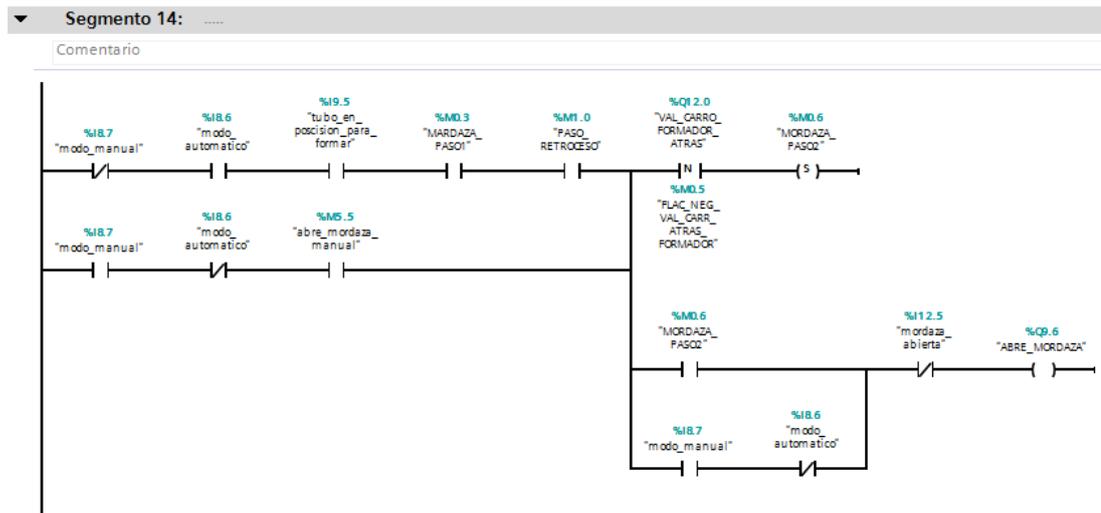


Figura 2. 29: FC 6 parte 8
Elaborado por: Autor

En el segmento quince al activarse las marcas paso 1 y paso 2 junto a la entrada mordaza abierta se activan la marca auxiliar para salir con una temporización de retardo a la conexión de 500 milisegundos. En el segmento dieciséis se realizan la salida del tubo del formador y se activa la marca para bajar el rodillo.

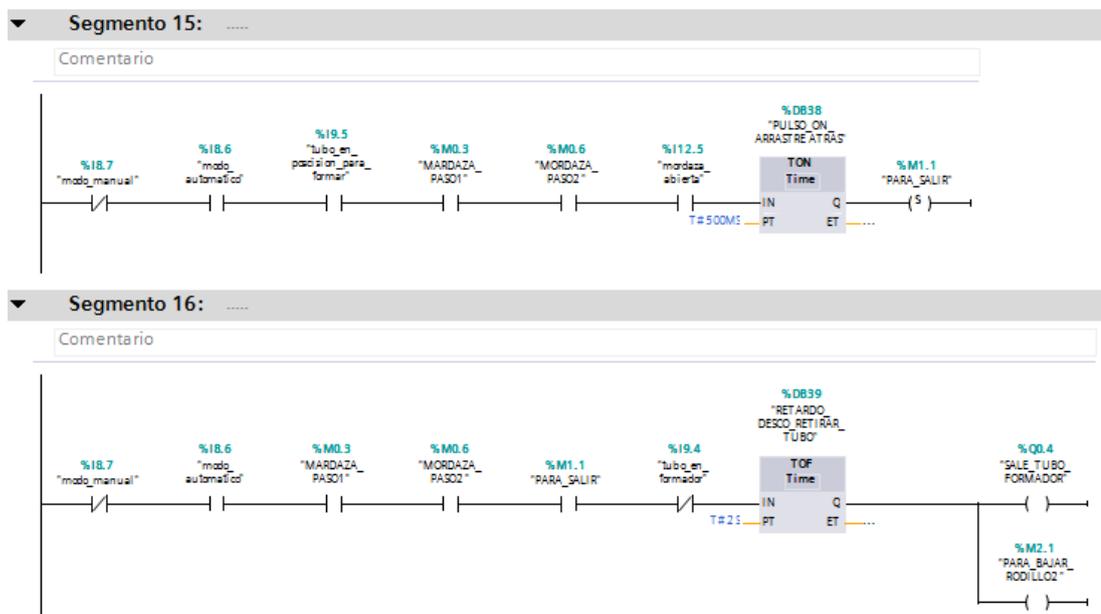


Figura 2. 30: FC 6 parte 9
Elaborado por: Autor

En el segmento 17 se realiza el reseteo de todas las marcas auxiliares de este bloque.

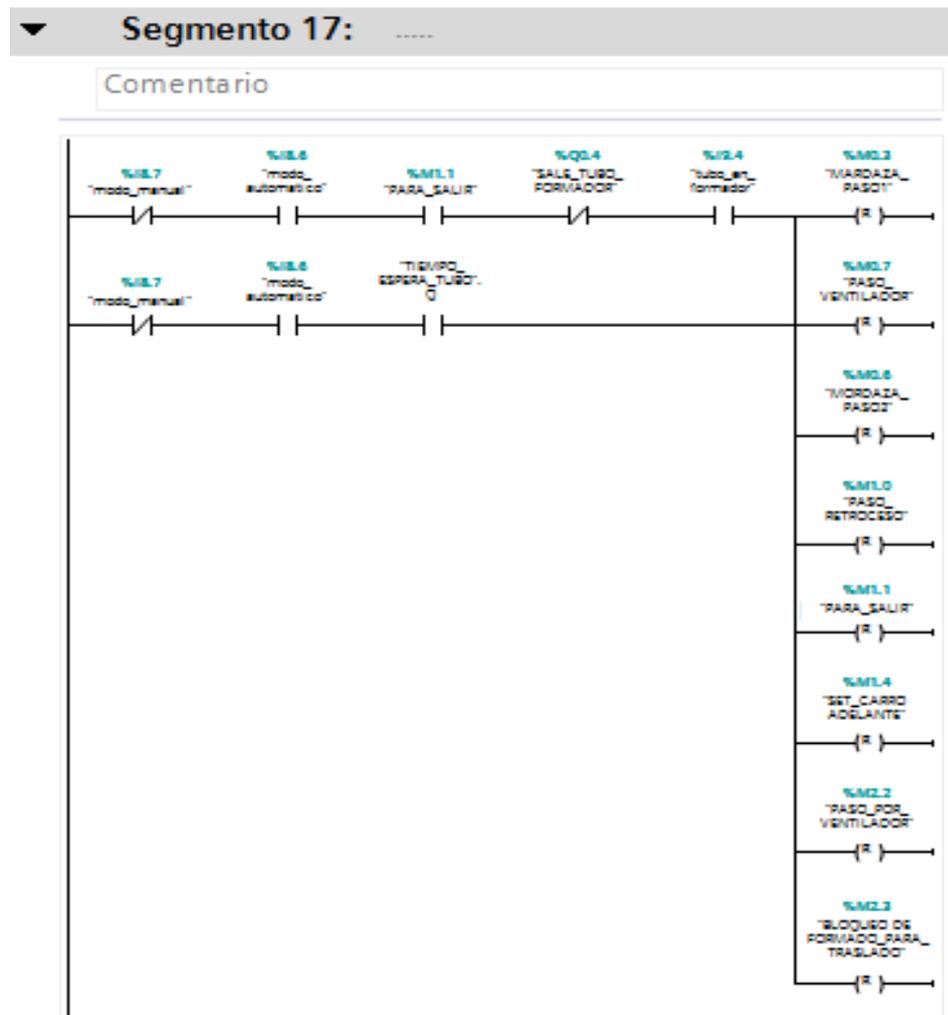


Figura 2. 31: FC 6 parte 10
Elaborado por: Autor

En el segmentó número 18 se realiza la bajada del rodillo en el formador. En el segmento 19 se da el tiempo de espera del tubo el cual e utiliza segmento arriba.

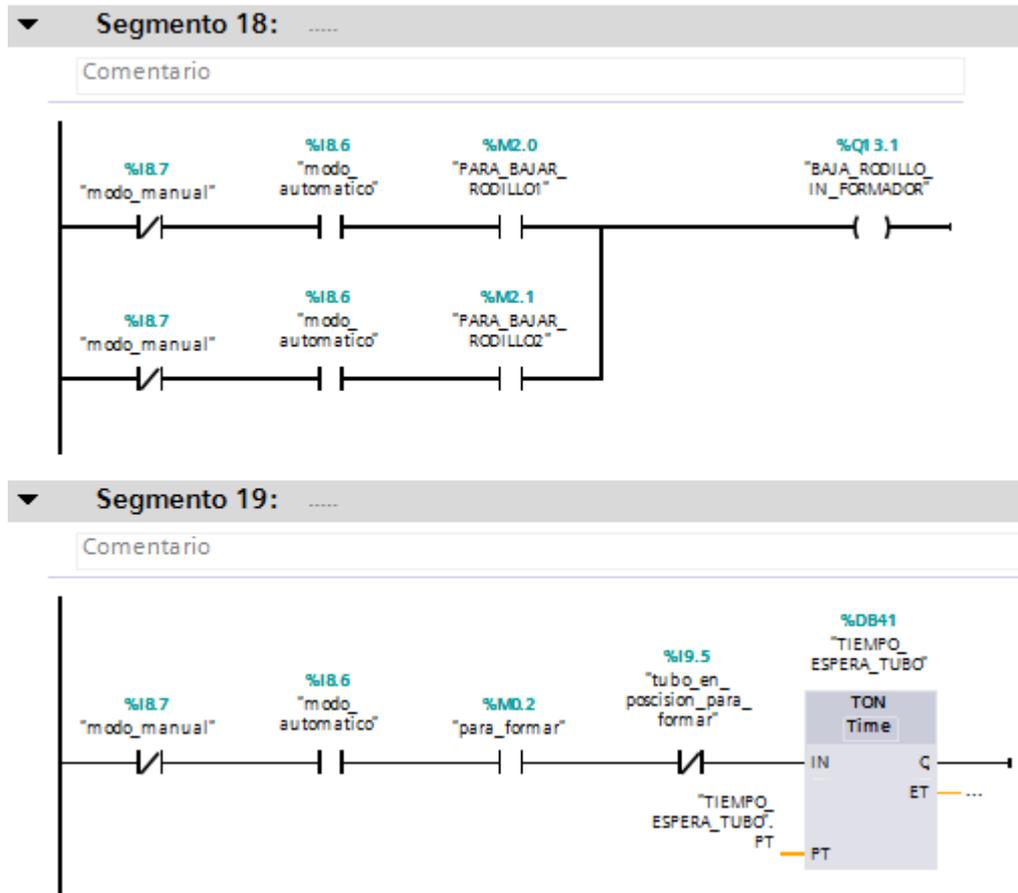


Figura 2. 32: FC 6 parte 11
Elaborado por: Autor

Ya con este proceso culminado la formación el acampanado ha terminado.

2.6. FC 7 ARRANQUES SENCILLOS.

En este bloque se realizan arranque manual para regulación y mantenimiento.

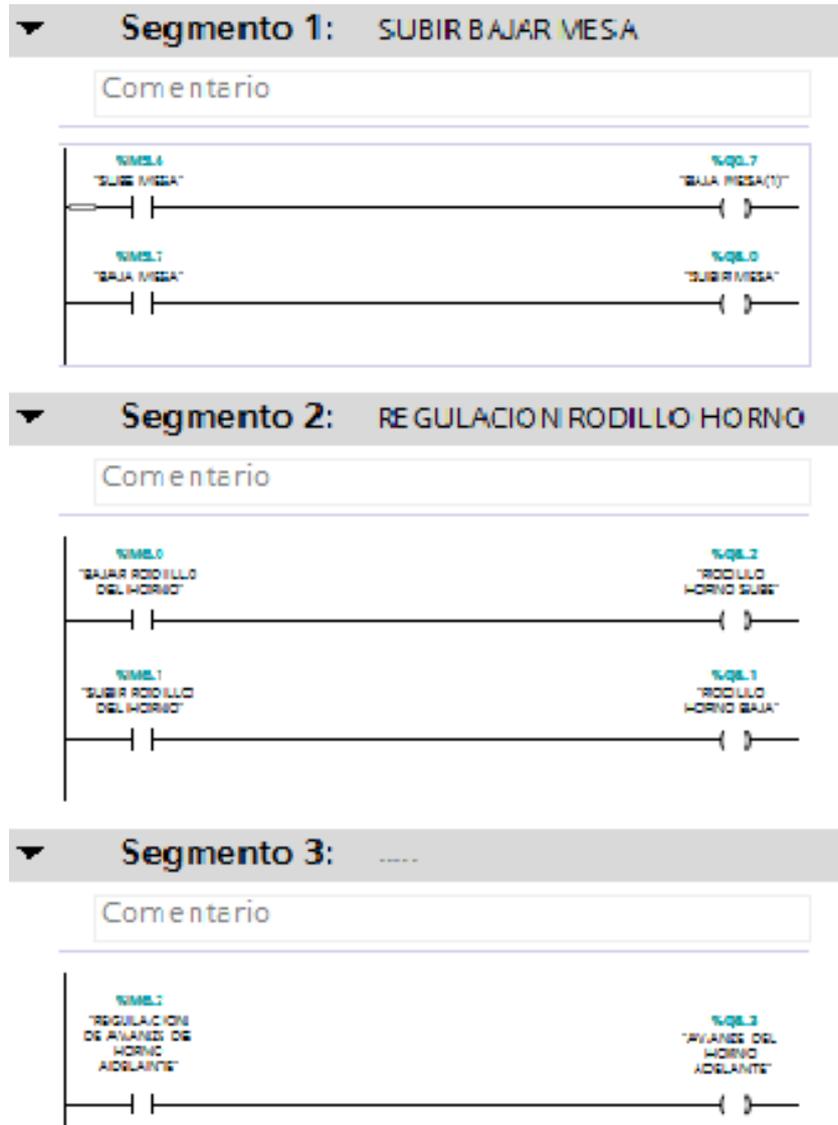


Figura 2. 33: FC 7 parte 1
Elaborado por: Autor

Referencias Bibliográficas

AG, S. (s.f.). *WWW.SIEMENS.COM*. Obtenido de <http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>

Electricistas, P. (s.f.). *Electricistas*. Obtenido de <http://www.electricistas.cl/articulo8.html>

FUGO, M. (s.f.). *Señales analógicas y digitales*. Obtenido de MAC FUGO: <http://macfugo.wikispaces.com/Se%C3%B1ales+Anal%C3%B3gicas+y+Digitales>.

Lopez, D. (s.f.). *Universidad de Huelva*. Obtenido de http://www.uhu.es/diego.lopez/AI/auto_trans-tema1.pdf

SIEMENS. (s.f.). *SIEMENS*. Obtenido de <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/basic-controller/s7-1200/cpu/Pages/Default.aspx?tabcardname=standard%20cpus>

SIEMENS. (s.f.). SISTEMA DE INFORMACION TIA PORTAL V12. ALEMANIA.

Thomasset, P. (s.f.). Rack con logica cableada de relés. 1. Dominio Publico.

Vildósola, E. (s.f.). *ASOCIACION DE LA INDUSTRIA ELECTRICA Y ELECTRONICA CHILE.* Obtenido de

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/actuadores.pdf>

ZAMBRANO, M. (s.f.). *Slide Share.* Obtenido de

<http://es.slideshare.net/juliandaviddiazvillarreal/taller-2-37913973>