



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE MÁQUINA DE SOLDADURA DE TUBOS AUTOMATIZADA

Trabajo Final del

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Xavier M^a Vives Gallego

TUTOR

Leopoldo Armesto Ángel

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

Agradecimientos:

En primer lugar, a mi madre, por ser mi apoyo y motivación para esforzarme día a día. A mi padre por introducirme desde muy pequeño en este mundo de las tecnologías. Y finalmente a la empresa Proenertec, en especial a Santi, ya que gracias a ellos he podido sacar adelante este proyecto.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



ÍNDICE

	RESUMEN	.04
<hr/>		
01	Objetivos del TFG	.09
02	Métodos del trabajo	.09
03	Estudio previo	.10
04	Solución propuesta	.12
	a) Control y comunicaciones	.12
	b) Pantalla HMI	.17
	c) Interfaz de robot IR-5000	.18
	d) Actuadores	.20
	e) Seguridad	.22
05	Resultados del diseño y programación	.24
06	Soluciones alternativas	.30
07	Bibliografía	.32
<hr/>		
	ANEXO (I): PROGRAMA PLC	.33
	ANEXO (II): VARIABLES PLC	.55
<hr/>		
	PRESUPUESTOS	.61

Resumen en español

El objeto de este proyecto, es la realización de una optimización y ampliación de la programación y seguridad de una máquina de soldadura MIG automatizada y de sus pantallas de control para los operarios mediante un HMI, con el fin de mejorar la calidad y velocidad del proceso. En dicha máquina está instalado un PLC de Siemens, el cual será reprogramado así como sus pantallas, mediante su software específico: Tia Portal .

A lo largo del proyecto se comentará la multitud de elementos que están incluidos en la máquina o que se añadirán con la ampliación, además de los ciclos de trabajo que se han implementado para que la máquina trabaje en modo automático o semiautomático.

La máquina de soldadura está instalada y operativa, pudiendo realizar actualmente la soldadura de una pieza por ambas caras, con unas dimensiones limitadas. El nuevo diseño permitirá la realización de piezas de diferentes tamaños en un tiempo más reducido gracias a la instalación de un pistón capaz de modificar la separación de las antorchas de soldadura según el tamaño de la pieza.

Además contará con mayor protección para el usuario gracias a una cortina de seguridad para la soldadura y un cierre controlado por un sensor inductivo en forma de perno. Por último el proceso será monitorizado y guiado por los operarios mediante las pantallas HMI que se diseñarán.

Resumen en inglés

The aim of this project is to optimise and extend the programming and safety of an automated MIG welding machine and its control screens for operators by means of an HMI, in order to improve the quality and speed of the process. A Siemens PLC is installed in this machine, which will be reprogrammed as well as its screens, by means of its specific software: Tia Portal .

Throughout the project, the many elements that are included in the machine or that will be added with the expansion will be discussed, as well as the work cycles that have been implemented to make the machine work in automatic or semi-automatic mode.

The welding machine is installed and operational, and can currently weld a piece on both sides, with limited dimensions. The new design will allow the production of different sized pieces in a shorter time thanks to the installation of a piston capable of modifying the separation of the welding torches according to the size of the piece.

In addition, the user will have greater protection thanks to a safety curtain for the welding and a closure controlled by an inductive sensor. Finally, the process will be monitored and guided by the operators through the HMI screens that will be designed.

Resumen en valenciano

L'objecte d'aquest projecte, és la realització d'una optimització i ampliació de la programació i seguretat d'una màquina de soldadura MIG automatitzada i de les seues pantalles de control per als operaris mitjançant un HMI, amb la finalitat de millorar la qualitat i velocitat del procés. En aquesta màquina està instal·lat un PLC de Siemens, el qual serà reprogramat així com les seues pantalles, mitjançant el seu software específic: Tia Portal .

Al llarg del projecte es comenta la multitud d'elements que estan inclosos en la màquina o que s'afegiran amb l'ampliació, a més dels cicles de treball que s'han implementat perquè la màquina treball de manera automàtica o semiautomàtica.

La màquina de soldadura està instal·lada i operativa, podent realitzar actualment la soldadura d'una peça per totes dues cares, amb unes dimensions limitades. El nou disseny permetrà la realització de peces de diferents grandàries en un temps més reduït gràcies a la instal·lació d'un pistó capaç de modificar la separació de les torxes de soldadura segons la grandària de la peça.

A més comptarà amb major protecció per a l'usuari gràcies a una cortina de seguretat per a la soldadura i un tancament controlat per un sensor inductiu en forma de pern. Finalment el procés serà monitorat i guiat pels operaris mitjançant les pantalles HMI que s'han dissenyat.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Documento 1. Memoria técnica

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE MÁQUINA DE SOLDADURA DE TUBOS AUTOMATIZADA

Trabajo Final del

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Xavier M^a Vives Gallego

TUTOR

Leopoldo Armesto Ángel

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

Objetivos del TFG

La idea principal del proyecto reside en la necesidad del acercamiento hacia la Industria 4.0, más específicamente centrándonos en los siguientes objetivos:

- Modernización del sistema de control de la máquina, monitorizando la información a través de pantallas táctiles en sustitución de las botoneras y aumentando la velocidad de los procesos.
- Facilitar al cliente la posibilidad de simular los procesos, ayudando así a la detección de fallos en el producto final y mejorando la seguridad de la máquina.
- Crear un sistema de alertas y alarmas en tiempo real que dote de protección al usuario.

Método de trabajo

Para cumplir todos los objetivos comentados anteriormente, se ha puesto en práctica todo lo aprendido durante la carrera y más específicamente en las prácticas de empresa. De hecho, todo el control de la máquina ya diseñado ha sido proporcionado por ésta, además del software necesario para la programación y desarrollo de dicho proyecto. Gracias al software EPLAN, se desarrollaron los planos de la instalación eléctrica que han sido proporcionados por la empresa y que son bastante útiles para la localización y el entendimiento del conexionado de la máquina, además del funcionamiento de diversas partes.

La empresa de prácticas trabajaba con diversos proyectos, me dieron diversas ideas pero, tras un estudio previo de ellos y la consulta con ambos tutores tanto de prácticas como de la UPV, decidí realizar la máquina de soldadura.

El primer problema que aparecía con este proyecto, era la simpleza de la seguridad y la poca reciprocidad humano-máquina y viceversa. Es por ello que se decide instalar un HMI, la pieza fundamental que arregla esta falta de reciprocidad. En cambio respecto a la seguridad, se plantean preguntas como ¿Es necesario invertir en seguridad en una máquina que no es potencialmente peligrosa? Tras comprobar cómo era la instalación de otras máquinas del sector, se decide ampliar con los métodos que comentaré más adelante.

Estudio previo

Se considera necesario la realización de este proyecto por los factores que se detallarán a continuación:

Anteriormente a la instalación de la máquina de soldadura, este proceso era llevado a cabo con un robot colaborativo, es decir, un robot que interactuaba junto con el operario para realizar una función específica. En este caso la pieza a procesar requiere una soldadura en ambas partes, por lo que este robot requería de un tiempo elevado para terminar el proceso, además de la alta exposición del operario encargado del manejo del robot.



Imagen 1: Ejemplo de robot colaborativo para soldadura

Debido a estos motivos, se decidió realizar la instalación de la máquina, la cual contiene un plato giratorio que fijará el tubo y gracias a la rotación de éste, las antorchas aplican el hilo de soldadura de forma continua sin necesidad de manipulación del usuario.

Actualmente, existe una imposibilidad de poder trabajar con diferentes tamaños de pieza de forma puntual, ya que es necesario ajustar manualmente las antorchas de soldadura, obligando así a la detención del proceso durante un periodo de tiempo, para ello se ha decidido instalar un pistón que permitirá la modificación de la distancia entre las antorchas.

El procedimiento de soldadura que utiliza la máquina es de tipo MIG (Metal Inert Gas), dicho proceso obliga al operario a extremar la seguridad debido al uso del gas y a la tensión eléctrica utilizada para crear un arco que une la pieza a soldar con el hilo de soldadura, alrededor de este se utiliza un gas inerte que protege la zona, en el caso de nuestra máquina el gas utilizado es el argón.

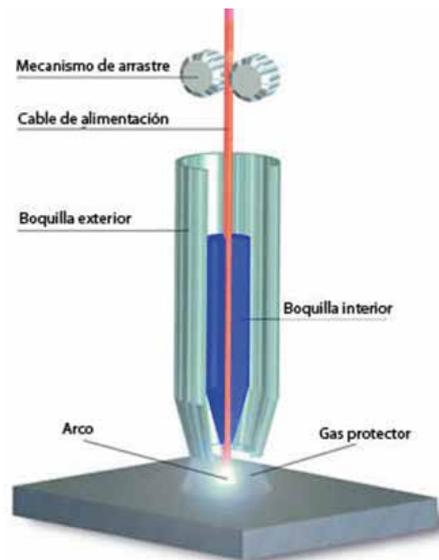


Imagen 2: Partes de la soldadura tipo MIG

No existe suficiente protección para el operario, en caso de que la máquina se desee detener en un momento determinado ya sea para realizar una modificación, o por un fallo eléctrico. Tanto las antorchas de soldadura como el motor del plato de giro están al descubierto además de la elevada temperatura que la pieza puede tener debido a la constante exposición del foco de soldadura, para ello va a realizar la instalación de una cortina protectora que detendrá la máquina automáticamente si se abre mínimamente.

Por último, cabe destacar que para el control de las operaciones de la máquina se utiliza una botonera. En ella, encontramos todas las funcionalidades, además de la seta de emergencia. Dicho panel, posee un cable de 2,5 metros para que el operario pueda controlar los procesos a distancia. Esta botonera será completamente sustituida por la pantalla táctil HMI, trasladando la seta de seguridad incluida en dicha botonera a una zona cercana a la posición de la pantalla. Dicha seta, mantendrá la función de detener la máquina inmediatamente en caso de que sea necesario.



Imagen 3: Botonera actual para el control de la máquina

Solución propuesta

Tras haber realizado un estudio previo, se presenta la siguiente solución para las diferentes partes del proyecto, en la que se incluyen los materiales que se están utilizando y los que se añadirán para satisfacer los objetivos propuestos:

a) Control y comunicaciones

Un PLC o autómatas programables es una computadora utilizada para automatizar procesos industriales con mayor resistencia al ruido eléctrico y a la vibración. Dicho autómatas es un sistema de tiempo real ya que los resultados de la salida se producen en respuesta a las condiciones de entrada, en un tiempo limitado. Además gracias a estos es posible ahorrar tiempo en los proyectos debido a la facilidad de realizar modificaciones en el programa sin coste y pudiendo controlar más de una máquina al mismo tiempo.

Existen multitud de autómatas lógicos programables ya sean modulares o compactos en el mercado. El PLC instalado en el proyecto actual es de Siemens modelo Simatic S7-1200, con CPU 1212C, el cual posee cuatro módulos, todos ellos introducidos en un cuadro eléctrico en el que se encuentran otros elementos como contactores, relés y borneras de conexión de cables, así como las tarjetas de comunicación entre la zona de soldadura y el PLC, de las que hablaremos más adelante.

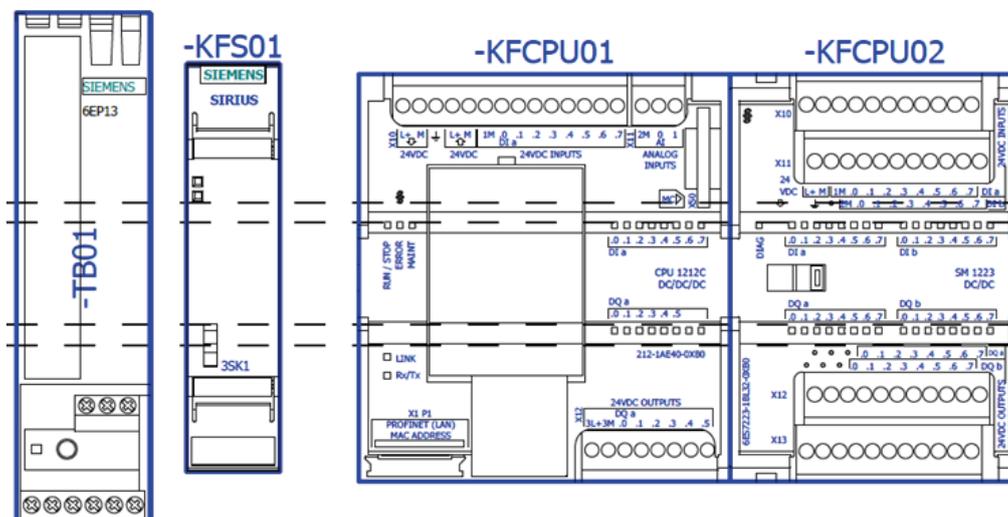
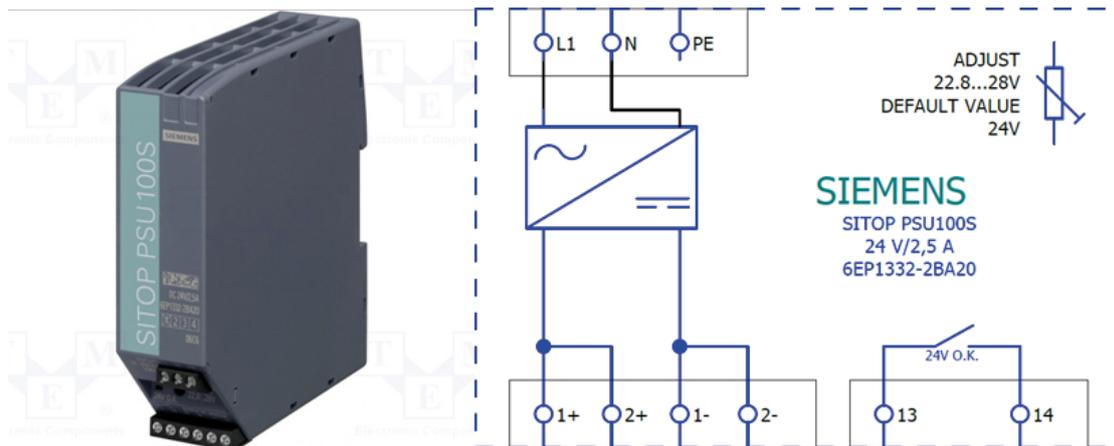


Imagen 4: Módulos del PLC

Los cuatro módulos del PLC se identifican por:

En primer lugar, una fuente de alimentación Siemens SITOP PSU100S, la cual proporciona tensión a todo el circuito. Dicha fuente está alimentada por una entrada externa de 230 VAC monofásica (fase y neutro), protegida por un interruptor magnetotérmico Multi 9 N40 de Schneider Electric, con una capacidad de corte máxima de 10 kA y por un interruptor diferencial IID K también de Schneider Electric, cuya corriente nominal es de 25 A y cuya sensibilidad de fuga a tierra es de 30 mA.



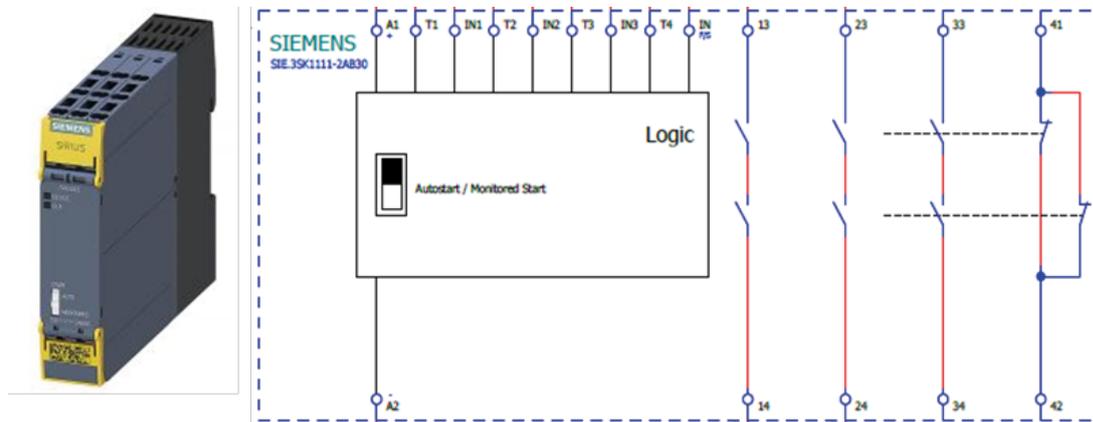
Imágenes 5 y 6: Fuente de alimentación del circuito y conexionado

La fuente de alimentación actúa transformando la tensión de 230V en alterna que llega de la alimentación externa, a una tensión de 24V de continua y 2,5A que alimenta a todos los elementos del sistema. Este módulo permite ajustar el rango de salida de la tensión mediante un potenciómetro, entre 22.8 y 28 Voltios, teniendo como valor predeterminado 24, siendo este el más común utilizado en la industria para alimentar todos los elementos.

Dicho modelo de fuente de alimentación tiene un rendimiento del 85%, además de una protección interna frente a sobretensiones y un par de contactos auxiliares que verifican el correcto funcionamiento de ésta.

Ésta tiene una sola salida que se divide en dos, en la parte positiva estaría la salida de 24V y en la parte negativa se puede encontrar los 0V y la tierra. Gracias a esta división es posible alimentar por separado dos circuitos, estando el módulo de seguridad presente en uno de ellos, el cual posteriormente explicaré.

El segundo módulo del PLC que encontramos es el de seguridad SIRIUS de Siemens, estos módulos se encargan de evaluar, comprobar y monitorear los sensores y actuadores que estén conectados a éste y desconectarlos de forma segura si fuese necesario. Para comprobar el correcto funcionamiento de la rutina, dicho módulo genera una serie de micropulsos que permiten leer el estado de la salida, además este modelo de Siemens es capaz de detectar, evaluar y reaccionar los fallos.



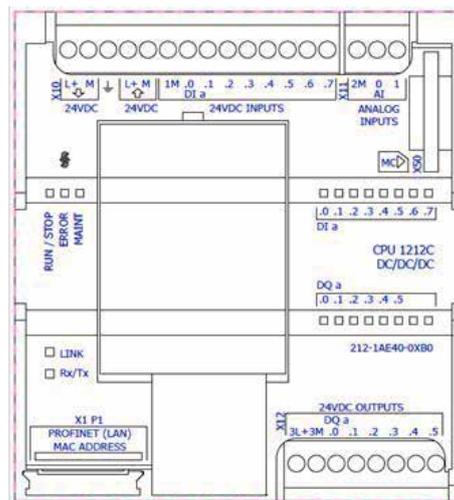
Imágenes 7 y 8: Módulo de seguridad y bornes de conexión

Dicho sistema funciona de la siguiente manera:

- Los pines A1 y A2 son la alimentación del módulo, +24V y 0V respectivamente.
- Los pines T1 y T2 son los encargados de distribuir la tensión por todo el circuito de protección, dicha tensión es recogida en las entradas IN1 e IN2, si en algún momento una de las dos entradas deja de recibir voltaje, indicará que la señal ha sido interrumpida, es decir que una de las dos setas de seguridad habrá sido pulsada.
- El pin T3 e In3 están puenteados.
- Por último el pin T4 junto con su entrada IN, es la característica fundamental de dicho módulo, el sistema de rearme. Cuando una rutina ha sido interrumpida, es necesario realizar una prueba de arranque antes de rearmar la máquina que ayudará a proteger al sistema si el error no ha sido solucionado.

En tercer lugar, respecto al orden del armario del cuadro eléctrico, podemos encontrar la CPU del PLC de Siemens: “SIMATIC S7-1200”. Como he comentado anteriormente, este modelo es muy versátil siendo uno de los más utilizados en la industria actual, debido a los siguientes factores:

En primer lugar su alta capacidad de procesamiento con un sistema de cálculo de 64 bits, el cual le permite realizar un mayor número de operaciones a una mayor velocidad. Tiene una gran facilidad para ser programado en este caso mediante la herramienta TIA portal de Siemens, que incluye el software STEP 7 Basic con el cual se pueden programar los demás paneles de esta gama.



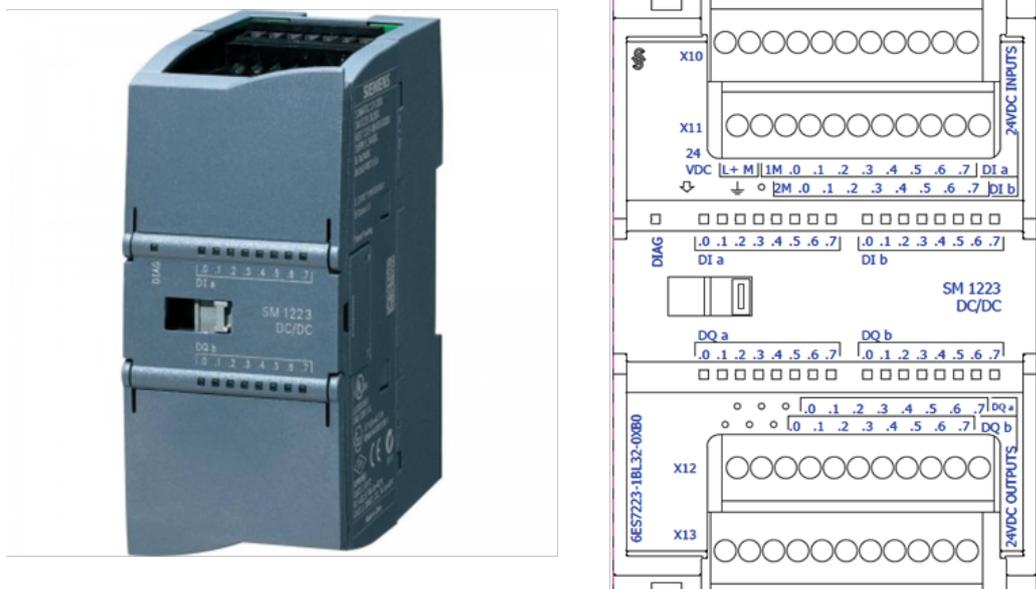
Imágenes 9 y 10: CPU S7-1200 y esquema de conexionado

Una característica muy específica de los PLC de Siemens es la interfaz de comunicación entre los diversos dispositivos (programadoras, HMI...), ésta se denomina Profinet la cual es un estándar abierto de Ethernet con protocolos TCP/IP, cuya diferencia principal radica en la capacidad de carga y la alta inmunidad ante ruido y perturbaciones gracias a su robustez en el entorno industrial. En el modelo de la máquina, Profinet soporta 16 dispositivos de entrada y salida con 256 submódulos, también nos permite la conexión de dos dispositivos HMI Comfort Panel, aunque en nuestro caso solo se va a utilizar uno.

En resumen, para nuestro proyecto se ha optado por el modelo s7-1200 debido a los factores que he comentado anteriormente, como la facilidad de programación o compatibilidad de comunicación con todos los dispositivos. Pero además cabe recalcar el precio de dicho PLC y la asistencia que proporciona Siemens con sus productos, además de la cantidad de documentos que se pueden extraer de los foros debido a su elevada expansión en el mercado. Estos factores también son influyentes a la hora de escoger un autómatas programable por encima de otro.

Por último, el módulo complementario a la CPU, es el de entradas y salidas digitales, el cual es necesario debido a que la propia CPU del plc no tiene suficientes puertos para cubrir la necesidad de la máquina. Otra función principal de las tarjetas de entradas y salidas es proteger y aislar la etapa de control en la que se incluye la CPU de los demás elementos como sensores y actuadores.

Este módulo es un complemento principal en los autómatas de Siemens Simatic S7-1200, indispensable en todos los proyectos y de los que existen diferentes tamaños en los que varía el número de puertos, en caso de que la máquina lo requiera. Además funciona en condiciones industriales de temperatura y de humedad sin ningún problema.



Imágenes 11 y 12: Módulo de E/S digitales y esquema de conexionado

Dicho módulo tiene 16 pines de entrada y 16 pines de salida agrupados de dos en dos. El valor del estado alto "1" de la señal de entrada son 15 V con 2.5 mA y el de estado bajo "0" son 5 V con 1 mA. En cuanto a los valores de salida se considera un estado alto a partir de 20 V y para estado bajo un máximo de 0.1 V con una carga de 10 k Ω .

b) Pantalla HMI

Un HMI (“Human-Machine Interface”) es un dispositivo que actúa como panel de control entre la máquina y el operador con el fin de establecer una comunicación interactiva, mediante la cual se pueden transmitir órdenes, visualizar resultados y adquirir información en tiempo real de los procesos que se están ejecutando en dicha máquina.

En nuestro caso, actualmente no hay instalado ningún HMI, por lo que la idea principal es realizar la instalación y su programación sustituyendo la botonera que se ha comentado anteriormente ya que es menos intuitiva para el usuario y no aporta información acerca del funcionamiento de la máquina. Además de estar conectada mediante profinet, podemos alejarla más de la zona de funcionamiento de la soldadora. Sólomente se mantendrá en activo la seta que permite la parada de emergencia.

Por ello y manteniendo la gama de productos del PLC de la marca Siemens, se ha escogido el modelo TP1500 Comfort, una pantalla de 15 pulgadas, táctil con alta resolución. Este modelo tiene gran resistencia al ambiente industrial, además de ser bastante robusto ya que va a trabajar junto con una máquina de soldadura, por ello a pesar de que sus costes son más elevados que su homólogo de la gama Basic, se ha decidido su instalación.

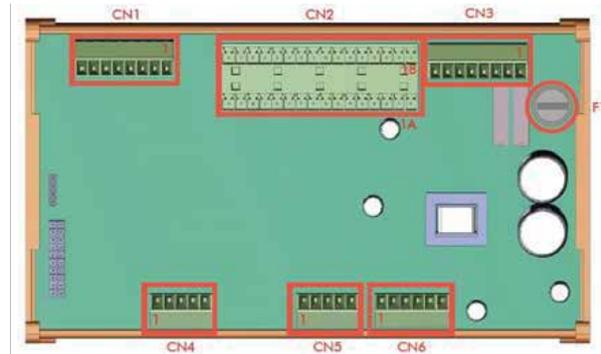


Imágenes 13 y 14: HMI TP1500 Comfort vista frontal y trasera

Como se puede apreciar en la imagen de la vista trasera, este dispositivo permite ser conectado mediante Profinet, por lo que la conexión al PLC será rápida y segura. La alimentación se extraerá de la fuente de 24V que ya tenemos instalada. Posteriormente, explicaré la programación de las pantallas y del programa que aparecerá en el HMI, así como del funcionamiento de esta.

c) Interfaz de Robot IR-5000

La interfaz de Robot, es una tarjeta que permite la comunicación entre el PLC y la fuente de potencia, en nuestro caso las antorchas de soldadura. Para ello utiliza señales cableadas analógicas y digitales y una alimentación de 24V incluida en la conexión a la fuente de potencia. Para este proyecto, se están utilizando dos iguales debido a que tenemos dos fuentes de potencia para soldar, que van sincronizadas mediante las señales que generamos por el PLC.



Imágenes 15 y 16: Interfaz IR-5000 y localización de puertos

Dicha tarjeta tiene diferentes puertos como se muestran en la imagen superior derecha, de todos ellos nos vamos a centrar en los 3 superiores (CN1, CN2 y CN3) los cuales corresponden a las E/S digitales y a la alimentación y la conexión de control con la fuente mediante TeleNet.

- CN1 Puerto de salidas digitales:

Aquí podemos encontrar las señales generadas por la fuente de potencia, las cuales irán conectadas a las entradas del PLC. Se disponen de 6 puertos aislados de la alimentación interna, las cuales presentan un estado alto de +24Vcc y un estado bajo de 0 V y tienen la siguiente topología:

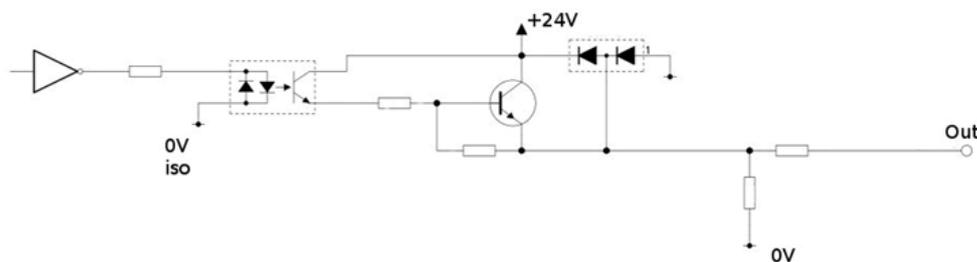


Imagen 17: Topología de las salidas digitales mediante transistor.

De este puerto utilizamos las salidas 1, 3 y 5 de la primera interfaz, las cuales representan la señal de que la fuente está preparada, arco de soldadura establecido y la existencia de corriente respectivamente. Todas ellas conectadas al común que lo podemos encontrar en el puerto 4. En la segunda interfaz tenemos las mismas salidas con idénticas funciones ya que corresponden a la segunda antorcha de soldadura.

- CN2 Puerto de entradas digitales:

El segundo grupo de puertos que encontramos son las entradas digitales que la fuente de potencia recibe del PLC con las que es comandada, en este se puede visualizar dos vías de 16 pines cada una con una función diferente en cada uno. Además dichas salidas captan un nivel lógico bajo (0 ~ 7,5 V) y un nivel lógico alto (14,5 ~ 14 V).

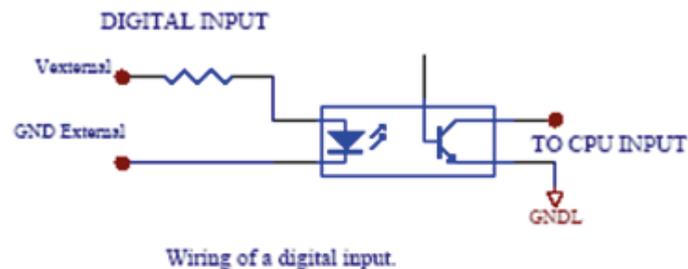


Imagen 18: Topología de entrada digital mediante optoacoplador.

En este puerto encontramos 32 pines en total de los cuales cada par de conexiones contiene uno que corresponde a GND y otro que contiene la función específica, de los cuales podemos destacar los siguientes:

Vía A	
Pin 1 y 2	Fuente de alimentación auxiliar +24Vdc
Pin 3 y 4	Señal de inicio de ciclo de soldadura, además mantiene el ciclo de soldadura el tiempo que esté activa la señal
Pin 5 y 6	Señal de robot preparado para soldar
Pin 7 y 8	Activa la electroválvula para purgar el gas
Pin 9 y 10	Activa el avance de hilo (para enhebrar)
Vía B	
Pin 3 y 4	Reinicio de error de fuente
Pin 5 y 6	Activa el simulador de soldadura, sin arrastre de hilo ni potencia

- CN3 Telenet y alimentación:

En este puerto encontramos principalmente la entrada de alimentación 20Vac y 0 Vac situados en los pines 1 y 2, que la propia fuente de potencia suministra al interfaz. Además esta fuente es independiente y aislada galvánicamente de la comentada anteriormente en las entradas digitales.

Los pines 3 y 4 están conectados a un contacto NO, que activan la retracción de hilo, es decir si el contacto queda cerrado se invertiría el sentido de la devanadora de hilo.

Finalmente los 4 pines restantes constituyen las comunicaciones de la interfaz con la propia fuente, dicha comunicación se establece mediante un cable de TeleNet RS485.

d) Actuadores

Los actuadores son las partes mecánicas de la máquina que actúan como salidas en el sistema y que realizan una acción, en nuestro caso vamos a comentar las 3 principales piezas y posteriormente añadiré un sensor, que a pesar de ser una entrada, está incluido dentro de un actuador.

En primer lugar destacamos el motor de 24Vdc insertado sobre la mesa de rotación que se utiliza para girar el plato en el cual se inserta la pieza a soldar. La activación de la marcha del motor se realiza poniendo a "ON" un contacto mediante una salida digital de la tarjeta de entradas y salidas, al activar dicho contacto el motor recibe 24V.



Imagen 19: Mesa de rotación con motor 24Vdc

El segundo actuador que podemos encontrar son los pistones en nuestro proyecto existen 2: uno de ellos se encarga de realizar el movimiento de subida y bajada de las antorchas de soldadura. El otro pistón tiene la función de ampliar y reducir el diámetro de soldadura mediante el movimiento horizontal de una de las dos antorchas, este pistón se ha añadido en este proyecto para poder realizar los dos tamaños de soldadura ya comentados. Ambos pistones tienen el mismo funcionamiento que el motor ya comentado (contacto + 24V) pero con la diferencia que al conmutar la salida del pistón, la electroválvula a la cual está conectada se activará en función de si es necesario abrir o cerrar el cilindro.

Por último encontramos las antorchas de soldadura, es el actuador principal en el proyecto y van conectadas a la fuente de potencia, la cual está controlada por la interfaz que ya hemos comentado. Existen un par de antorchas orientadas hacia el suelo que se activan mediante las salidas digitales, siempre que todas las condiciones iniciales y de seguridad se cumplan. Con la activación de las antorchas también se pondrá en funcionamiento la bobinadora de hilo, la cual actúa a la par que las pistolas de soldadura. Dicho hilo está automatizado para que no requiera del control por parte del operario, el cual solo tendrá que manipularlo cuando sea necesario cambiar la bobina.

Finalmente, a pesar de que no es un actuador, el sensor de final de carrera del plato de giro es una parte importante del sistema ya que controla el funcionamiento principal de la máquina, siendo este una de las principales condiciones de inicio puesto que si el sensor no se encuentra activo, esta no se pondrá en marcha, para ello el plato girará hasta activar el sensor. En cuanto al procedimiento de soldado, este no finalizará hasta que el plato no de una vuelta entera que será medido gracias al sensor de final de carrera.



Imagen 20: Sensor final de carrera

e) Seguridad

Los elementos de seguridad y protección son una de las partes más importantes de todos los proyectos industriales, proteger a los operarios ante los posibles fallos mecánicos de las máquinas es indispensable dentro de una empresa por ello, se ha decidido ampliar los elementos de protección en la soldadora.

Primeramente comentaré las balizas, que son los elementos que ya están instalados, podemos encontrar 3 diferentes: una roja, una verde y un zumbador.

La baliza roja se activará en tres casos diferentes:

- Si se activa una de las alarmas, las cuales comentaré más adelante.
- Si está en proceso de soldadura, indicando que hay tensión conectada.
- Si se pierde la señal o la tensión en una de las partes de la máquina, en este caso la baliza parpadeará con una frecuencia de 1 Hz.

La baliza verde se activará en 2 casos:

- Si la máquina está en ciclo de soldadura pero en alguna etapa que no requiera alta tensión, es decir, que las antorchas no estén soldando.
- Cuando la máquina esté lista para iniciar un ciclo y no capte ninguna señal de error, en este caso la baliza parpadeará con una frecuencia de 1 Hz.

La baliza zumbadora se activará en 3 casos:

- Junto con la baliza roja en el caso de que se active una alarma.
- Al acabar el ciclo de soldadura indicando su fin.
- En el caso de que la seta de seguridad se levante, con ello incluirá un parpadeo con una frecuencia de 0.5 Hz.

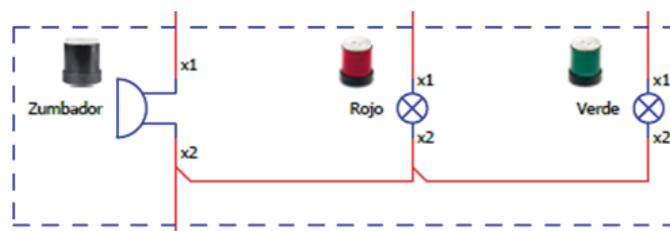


Imagen 21: Balizas de señalización

A continuación voy a presentar un nuevo elemento que se ha introducido dentro del proyecto, este es una cortina de soldadura que incluirá un cierre con un sensor inductivo, el cual obligará a mantener la cortina cerrada en todo momento interrumpiendo así el proceso en caso de que ésta se abriese. Esto se realizará incluyendo un contacto "NC" (normalmente cerrado).

Dicha cortina protectora está fabricada en PVC flexible autoextinguible con un punto de inflamación de entre 320 y 390 °C. Posee un espesor de 0,4mm y además de ofrecer protección ante salpicaduras de soldadura, también brinda protección contra arcos voltaicos. Permite su desplazamiento lateral mediante ganchos y está fabricada siguiendo la norma DIN EN ISO 25980.



Imágenes 22 y 23: Cortina de protección y sensor de proximidad inductivo

El último elemento del sistema de seguridad son las setas de emergencia, un elemento indispensable en todas las máquinas industriales. Dicho elemento consta de un pulsador tipo champiñón de color rojo con un fondo de color amarillo, el cual debe mantenerse activado en todo momento ya que es condición indispensable para el funcionamiento, ya que se encuentra en todas las etapas de cada línea de código del proyecto. Es por ello, por lo que si dicha seta se levanta, se pararía el programa sin importar en la línea de código en la que se encuentre. En el sistema habían dos setas pero al sustituir la botonera, una de ellas desaparece por lo que se añadiría.



Imagen 24: Seta de emergencia

Resultados del diseño y programación

La máquina de soldadura ya estaba programada con un solo modo de funcionamiento automático el cual, era posible “ejercer su control” mediante una botonera externa, es por ello que se diseña un HMI que permite visualizar en todo momento en que etapa del proceso se encuentra, y no solo eso, además se diseña un modo semiautomático que le otorga al operario un control mayor sobre la máquina.

Para insertar ambos modos en el PLC, se ha reconfigurado el programa en ladder mediante tia portal, para ello se ha modificado cada línea de código en la que se activa una etapa, añadiendo tres contactos, uno normalmente abierto, otro normalmente cerrado, con la misma variable ya que si no está activo un modo está el otro y uno último con flanco de subida, que representa el pulsado del botón siguiente etapa y evita así que avancen varias etapas a la vez.

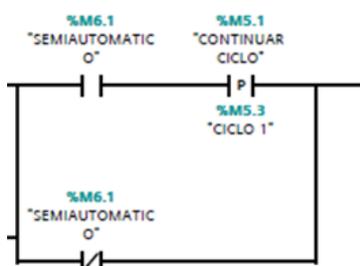


Imagen 25: Programación de los modos en ladder

Si observamos todos los segmentos del bloque main del programa, podemos observar las siguientes etapas de la máquina:

- 0: Es la etapa inicial, cuando se inicia o finaliza un proceso se entra en esta etapa. Actúa de intermediario entre la etapa de marcha y la final.
- 1: Espera a condiciones iniciales y marcha, aquí encontramos las confirmaciones para el inicio de la secuencia, con el que garantizamos que los actuadores están en su posición correspondiente (alimentación, final de carrera, puerta cerrada), al final del segmento encontramos el contacto del pulsador inicial.
- 2: Esta etapa corresponde con la bajada de las antorchas, asegurándose con el sensor que lleva el pistón integrado.
- 3: Aquí se desarrolla la mayor parte del funcionamiento, es la etapa principal ya que controla la soldadura y el giro del plato, además contiene “timers” internos que controlan el tiempo que están encendidas las antorchas, además de una comprobación enlazada con el bloque de alarmas, que se activaría en caso de que sea necesario.
- 99: Es una etapa intermedia entre 3 y 4, la cual se activa al llegar el plato a final de carrera, evitando que siga girando.
- 4: En esta etapa encontramos las desactivaciones de los equipos de soldadura y el retroceso del hilo.

- 5: La subida de las antorchas de soldadura se realiza aquí, asegurándose con el sensor incluido en el cilindro.

- 6: Esta etapa señala el fin de la soldadura con la activación del zumbador comentado anteriormente.

- 7: Es la etapa final, espera a que la puerta se abra para reiniciar el proceso.

Aux: Existe una etapa que se activará en todo momento, siempre y cuando se pulse el botón de stop o una de las setas de emergencia se levante. Se pasaría siempre a etapa 0 si esta etapa se activa.

- 100: Esta etapa entra cuando salta una de las dos alarmas que obligan a rearme ya sea por sobrepasar el tiempo de soldadura, o porque uno de los dos arcos no se establece cuando procede.

El diseño de las pantallas ha sido basado en un estilo industrial, con botones y campos bien señalizados para facilitar el manejo para el usuario, podemos encontrar las siguientes:

- **Menú principal (imagen 26)**

Es la pantalla que visualizamos al encender el sistema, a través de ella se puede acceder a todas las demás pulsando en los iconos correspondientes, incluyendo la pantalla de alarmas, que corresponde con el símbolo de la exclamación amarilla.

- **Modo automático (imagen 27)**

Desde esta pantalla se controla uno de los dos modos que tiene la máquina, como podemos observar tiene dos botones, uno de start y uno de stop, al estar en modo automático la máquina realizará el proceso entero sin detenerse a menos que no haya un error. Dispone de un campo de listas de textos en el que se puede observar en todo momento en que etapa estamos trabajando.

Además gracias a los campos de texto distribuidos por toda la pantalla, es posible detectar que sensor o actuador está en estado alto, ya que mediante la programación de un evento se consigue que se iluminen en verde.

Con los botones de la barra superior, nos permiten desplazarnos a través de las diferentes pantallas, ya sea menú principal, configuración o lista de alarmas.

- **Modo semiautomático (imagen 28)**

La pantalla del modo semiautomático es bastante similar a la ya comentada del modo automático, lo único que la diferencian es el botón situado en la parte inferior izquierda. "Siguiente paso", permite al usuario controlar a su merced el tiempo total del proceso. Este puede elegir, siempre y cuando una etapa esté finalizada, el paso de una a otra.

- Configuración (imagen 29)

La cuarta pantalla que se ha diseñado, cuenta con todas las opciones necesarias para la puesta a punto de la máquina y de la elección del proceso que se va a realizar.

En la parte izquierda encontramos 4 botones con funciones diversas: la purga del gas de soldadura, el reseteo de la máquina (en caso de parada de emergencia), una simulación de soldadura y la apertura de la puerta en caso de que sea necesario.

Por el otro lado, podemos observar dos botones de desplazamiento del hilo de soldadura y un interruptor que alterna entre la apertura o el cierre del pistón de la pistola derecha, dependiendo del tamaño de soldadura que se necesite. Dicho switch moverá un grafismo en la parte central para indicar en qué posición se encuentra el grafismo.

- Alarmas (imagen 30)

En la última pantalla encontramos el panel de alarmas, en él, si una alarma se activa, indicará el momento exacto con una breve descripción del problema. Podemos encontrar 3 situaciones diferentes:

- Alarma de arco no establecido: se activará cuando al dar la señal de encender los arcos de soldadura, uno de ellos no se active.

- Alarma de arco perdido: se activará cuando haya una pérdida de alimentación o uno de los arcos se apague.

- Alarma máximo tiempo de soldadura: Un timer de 90 segundos durante la etapa 3 se pone en marcha, si este se activa, indicará que se ha sobrepasado el tiempo de soldadura, además sonará el zumbador.



Imagen 26: Pantalla menú principal

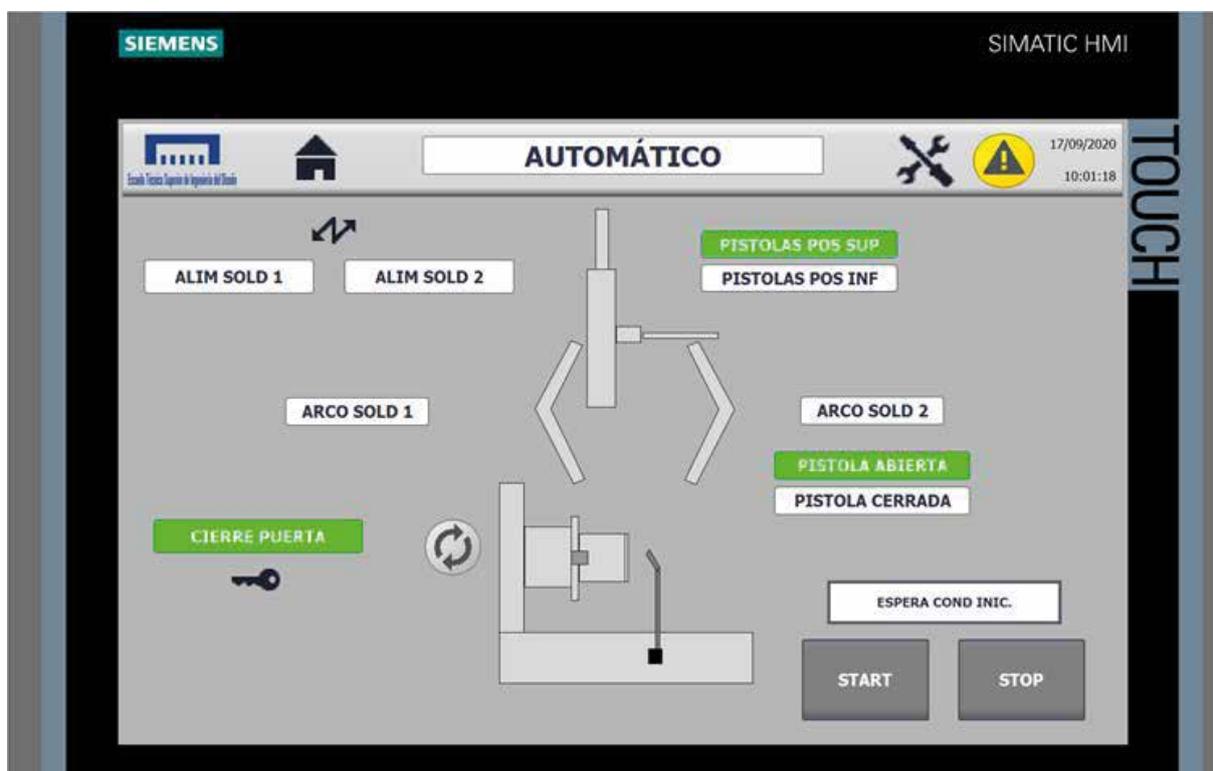


Imagen 27: Pantalla modo automático



Imagen 28: Pantalla modo semiautomático



Imagen 29: Pantalla configuración

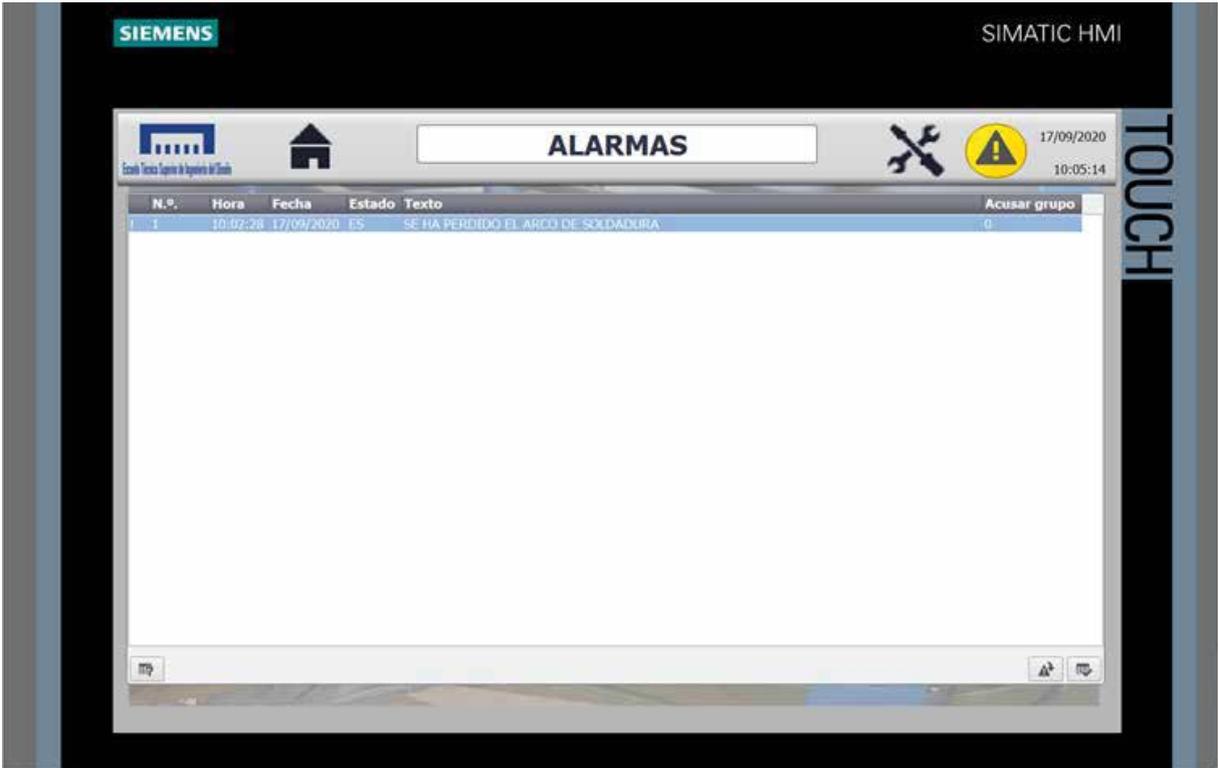


Imagen 30: Pantalla alarmas

Soluciones alternativas

Un proceso industrial tiene multitud de soluciones antes un mismo problema, de hecho nuestra labor como ingenieros es encontrar la solución más óptima, para ello, se realiza un estudio periódico recopilando información acerca del proceso y respecto a esta se pueden llegar a tomar decisiones para optimizar su funcionamiento.

En nuestro caso, y como ya he mencionado anteriormente una de las soluciones que se tomaron hace un tiempo fue la de evolucionar de un robot colaborativo a la actual máquina, ganando así mucho tiempo en el proceso. Es por ello que consideramos la principal solución alternativa, ya que no se queda en un mero prototipo sino que ha estado funcionando durante un tiempo.



Imagen 31: Antiguo robot colaborativo

La segunda solución alternativa que se propone es la sustitución del PLC y sus componentes (Cartas E/S y módulo de seguridad), por un microcontrolador industrial orientado hacia la automatización. Con este cambio debemos comentar las ventajas y desventajas que supone dicha sustitución:

Si nos centramos en las ventajas de usar un μC , destaca la facilidad de la programación de este, ya que con un ordenador simple con puertos USB se puede realizar. Además existen una gran variedad de μC en el mercado actual que pueden cumplir con los requisitos para trabajar en un ambiente industrial, así como diversos programas para poder programarlos, lo cual abre la posibilidad de encontrar personal cualificado para ello.

Por contra, si observamos las ventajas que tiene el PLC frente al microprocesador, debemos destacar la facilidad con la que se puede automatizar todo un proceso que contenga diversas tareas. Pero la más significativa es la intuitividad de su programación, utiliza un lenguaje muy sencillo como es la lógica de escaleras (Ladders Logic), por lo que su curva de aprendizaje es corta para realizar ciertas tareas. El PLC ocupa poco espacio en la instalación y es muy fácil de instalar, además es ampliable en caso de que sea necesario añadir alguna característica extra. En cambio las desventajas muy importantes de este son, la necesidad de tener en cuenta todas las variables y funciones que contará nuestro sistema y la alta calificación que requiere el operario que lo controla.

Finalmente, la última idea que se presenta era la de ampliar la seguridad de la máquina para proteger al operario. Para ello se pretendía instalar un termopar en el plato de rotación, el cual junto con una pantalla de leds mostraría en todo momento la temperatura de la pieza durante todo el proceso. Sin embargo, se ha desestimado la idea por los siguientes motivos:

Primeramente, gracias a la cortina instalada y a los timers de seguridad cuando finaliza la soldadura, es posible prescindir de la pieza ya que se considera que pasa suficiente tiempo para garantizar la seguridad del operario.

Otro motivo importante por el cual no se ha decidido añadir la pieza va ligado al anterior, y es que considerando que no es necesario dicha pieza, al prescindir de ella se abarataría los costes totales del proyecto.



Imagen 32: Termopar y pantalla led

Bibliografía

Wikipedia. Soldadura MIG/MAG. <https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_MIG/MAG> [Consultado 20/05/20]

SIEMENS. Fuente de alimentación. <<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/200931?pti=td&dl=es&lc=es-ES>> [Consultado 01/06/2020]

Schneider Electric. Interruptor automático. M9P22603 - Multi 9 - N40N - MCB - 1P + N - 3 A - C Curve - 240 V - 10 kA. [Consultado 01/06/2020]

Schneider Electric. Interruptor diferencial. <<https://www.se.com/es/es/product/A9R60225/iid-k---interruptor-diferencial---2p---25a---30ma---clase-ac/>> [Consultado 01/06/2020]

PLC design. ¿Qué es un PLC de seguridad?. <<http://plcdesign.xyz/que-es-un-plc-de-seguridad/#:~:text=El%20PLC%20de%20seguridad%20incorpora,ninguna%20situación%20%20segura%20>> [Consultado 20/07/2020]

SIEMENS. Módulo de seguridad. <<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/3SK1111-2AB30>> [Consultado 20/07/2020]

SIEMENS. CPU Simatic S7-1200. <<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7212-1AE40-0XB0>> [Consultado 20/07/2020]

SIEMENS. Módulo E/S. <<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7223-1BL32-0XB0>> [Consultado 20/07/2020]

SIMATIC. s7-1200. <<https://www.autycom.com/simatic-s7-1200-automatizacion-tareas-precision/>> [Consultado 04/08/2020]

Profinet. <<https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/industrial-communication/profinet/manufacturing-industry.html>> [Consultado 04/08/2020]

Introducción a Profinet <<https://www.youtube.com/watch?v=dvHI6daktGY>> [Consultado 04/08/2020]

Jose Carlos Villajulca. Módulo de E/S de datos. <<https://instrumentacionycontrol.net/modulos-de-entrada-y-salida-de-datos/>> [Consultado 10/08/2020]

Autycom. ¿Qué es un sistema HMI? <<https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>> [Consultado 1/09/2020]

Olga Weis, Eltima Publishing. Protocolo de comunicación RS485 Modbus. <[https://www.eltima.com/es/article/rs485-data-logger.html#:~:text=La%20capa%20física%20es%20el,trenzado%20\(dos%20hilos%20trenzados\)](https://www.eltima.com/es/article/rs485-data-logger.html#:~:text=La%20capa%20física%20es%20el,trenzado%20(dos%20hilos%20trenzados))> [Consultado 14/09/2020]

KEMPER. Cortina de protección de soldadura. <https://www.kemper.eu/es/productos/cortina-protectora-s9-verde-oscuro_kp19531> [Consultado 24/09/2020]

PLC vs MicroControlador. <<https://intelligy.com/blog/2018/03/26/que-utilizar-un-micro-controlador-o-un-PLC/>> [Consultado 30/09/2020]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Documento 2. Anexo (I) Programa PLC

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE MÁQUINA DE SOLDADURA DE TUBOS AUTOMATIZADA

Trabajo Final del

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Xavier M^a Vives Gallego

TUTOR

Leopoldo Armesto Ángel

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] / Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades

General

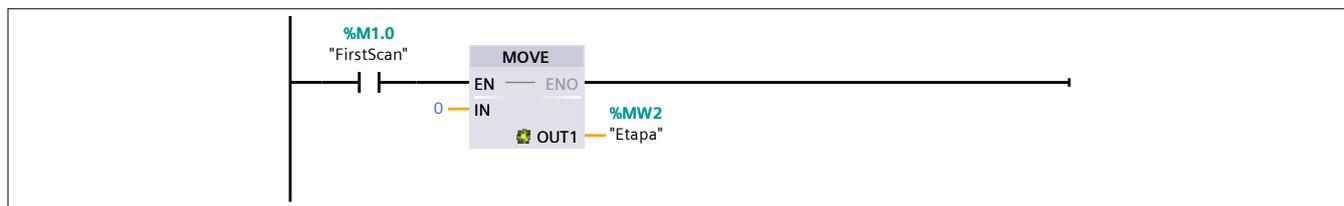
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

Información

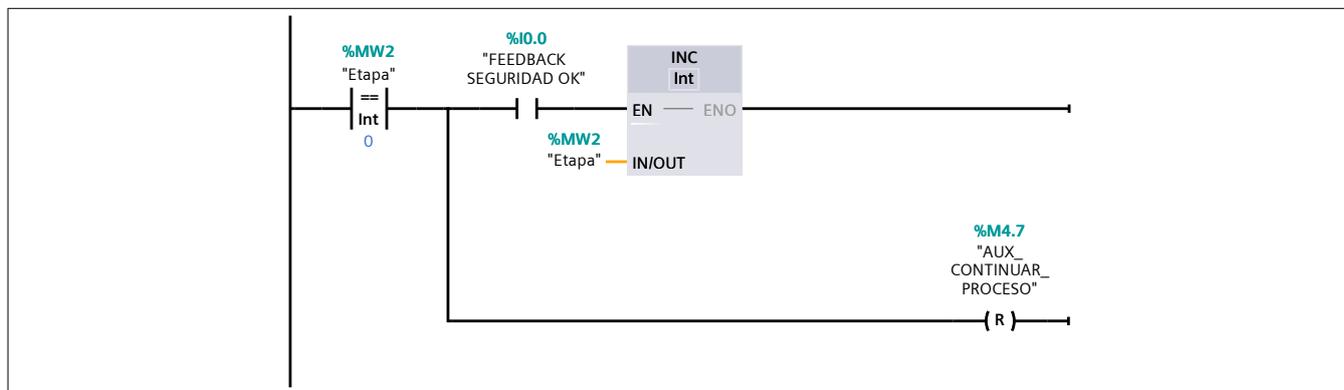
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
▼ Input				
Initial_Call	Bool			Initial call of this OB
Remanence	Bool			=True, if remanent data are available
▼ Temp				
CONTINUAR	Bool			
Constant				

Segmento 1: First scan y move botonera a HMI

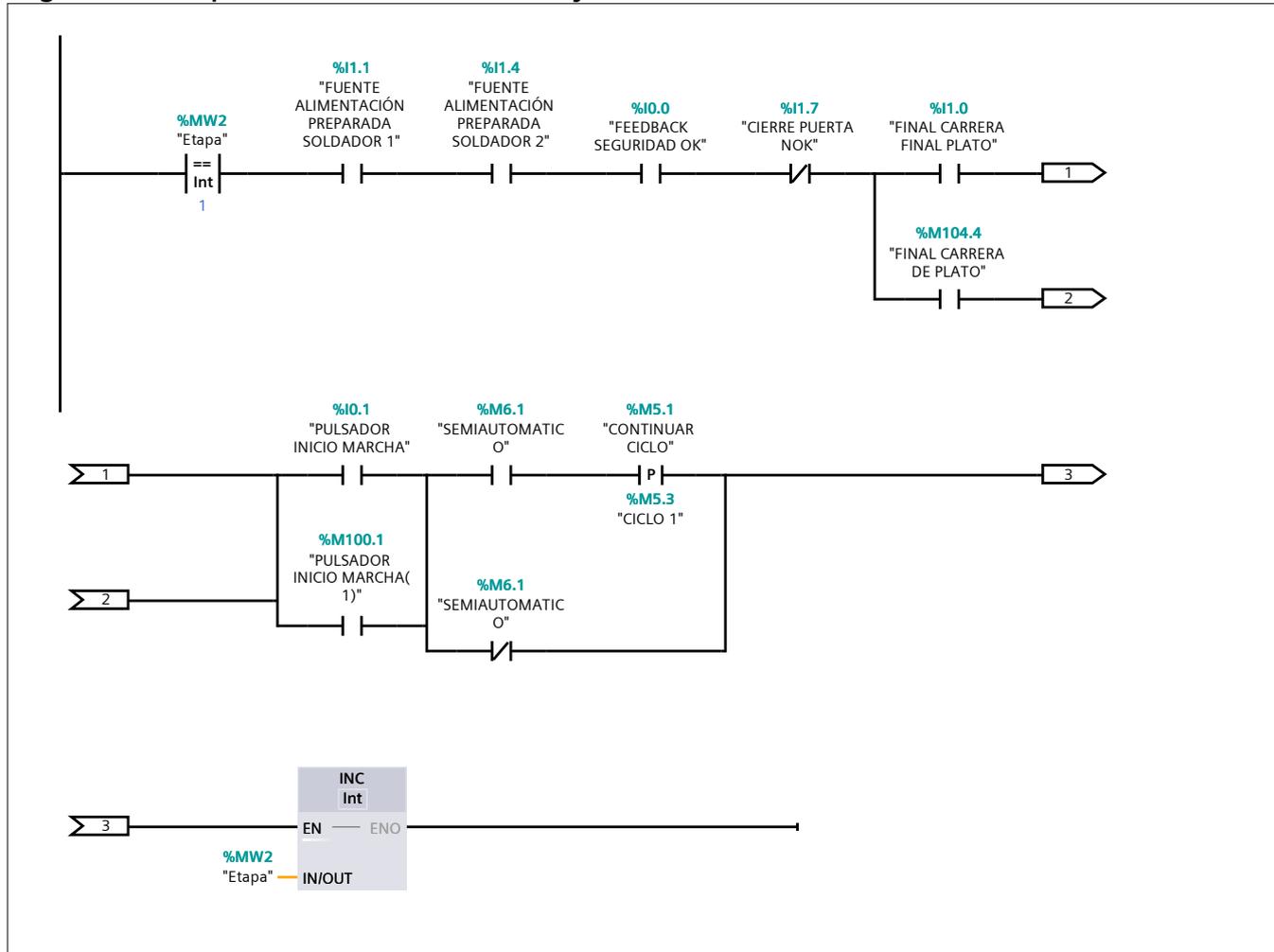


Segmento 2: Etapa inicial

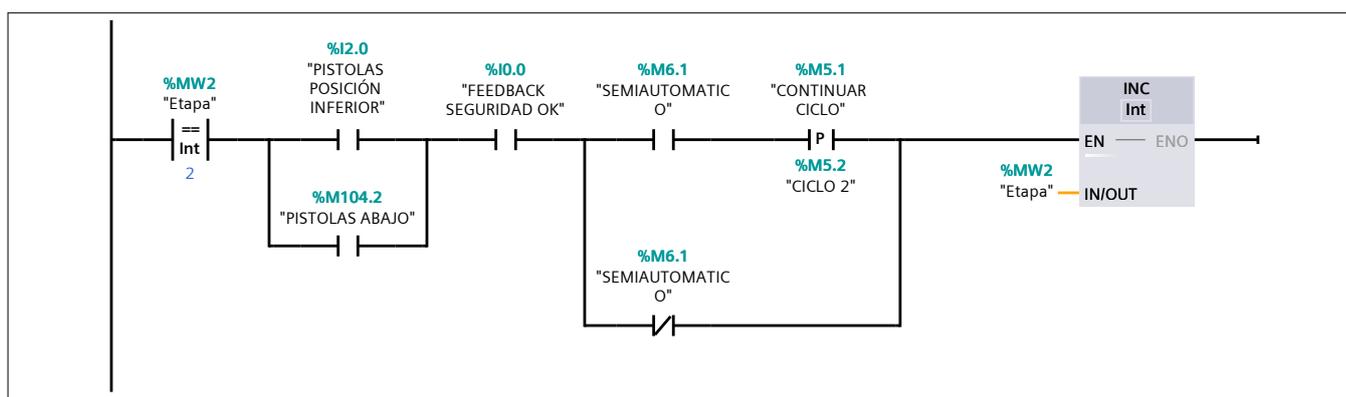


Segmento 3: Espera a condiciones iniciales y marcha

Segmento 3: Espera a condiciones iniciales y marcha

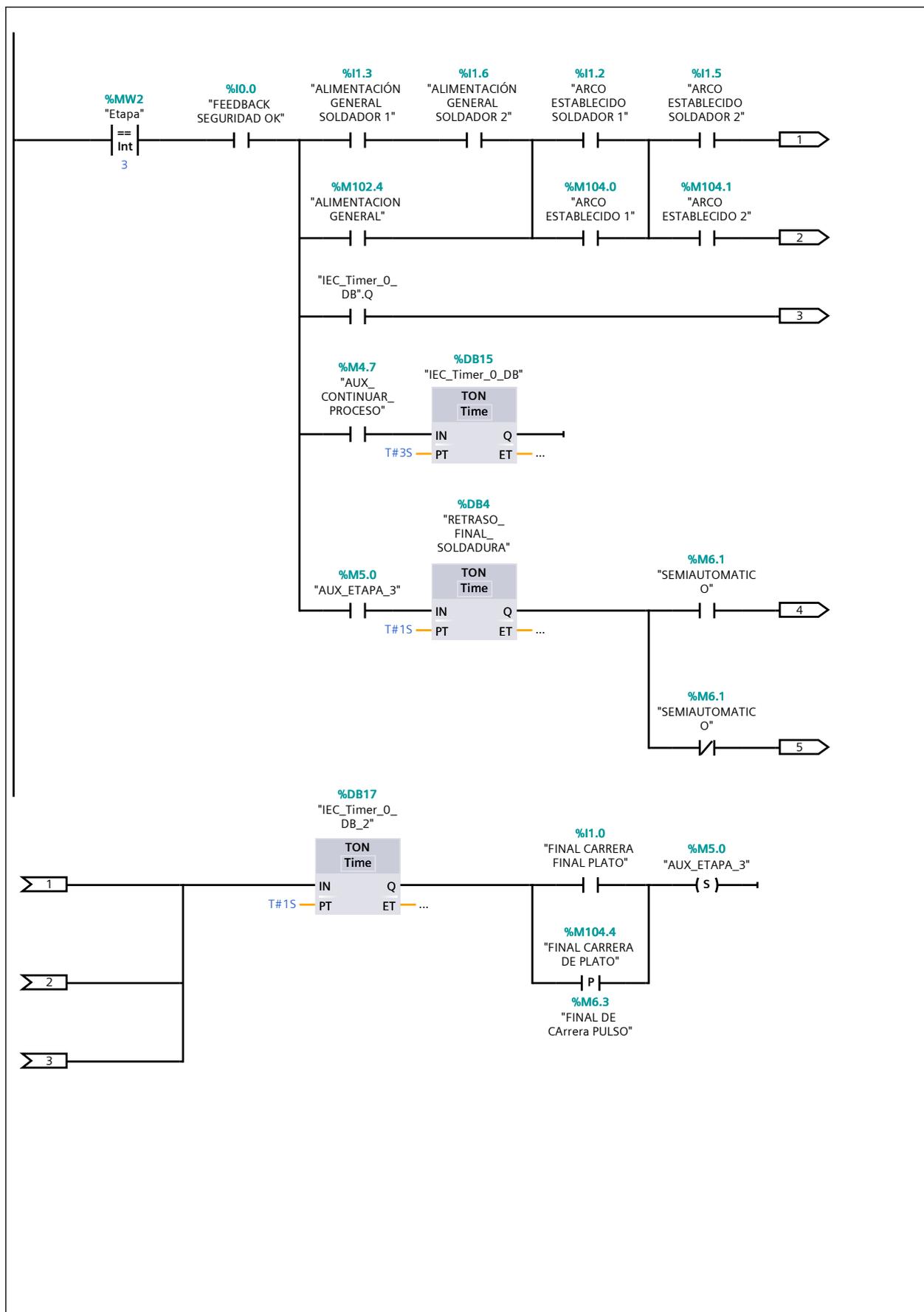


Segmento 4: Bajada antorchas



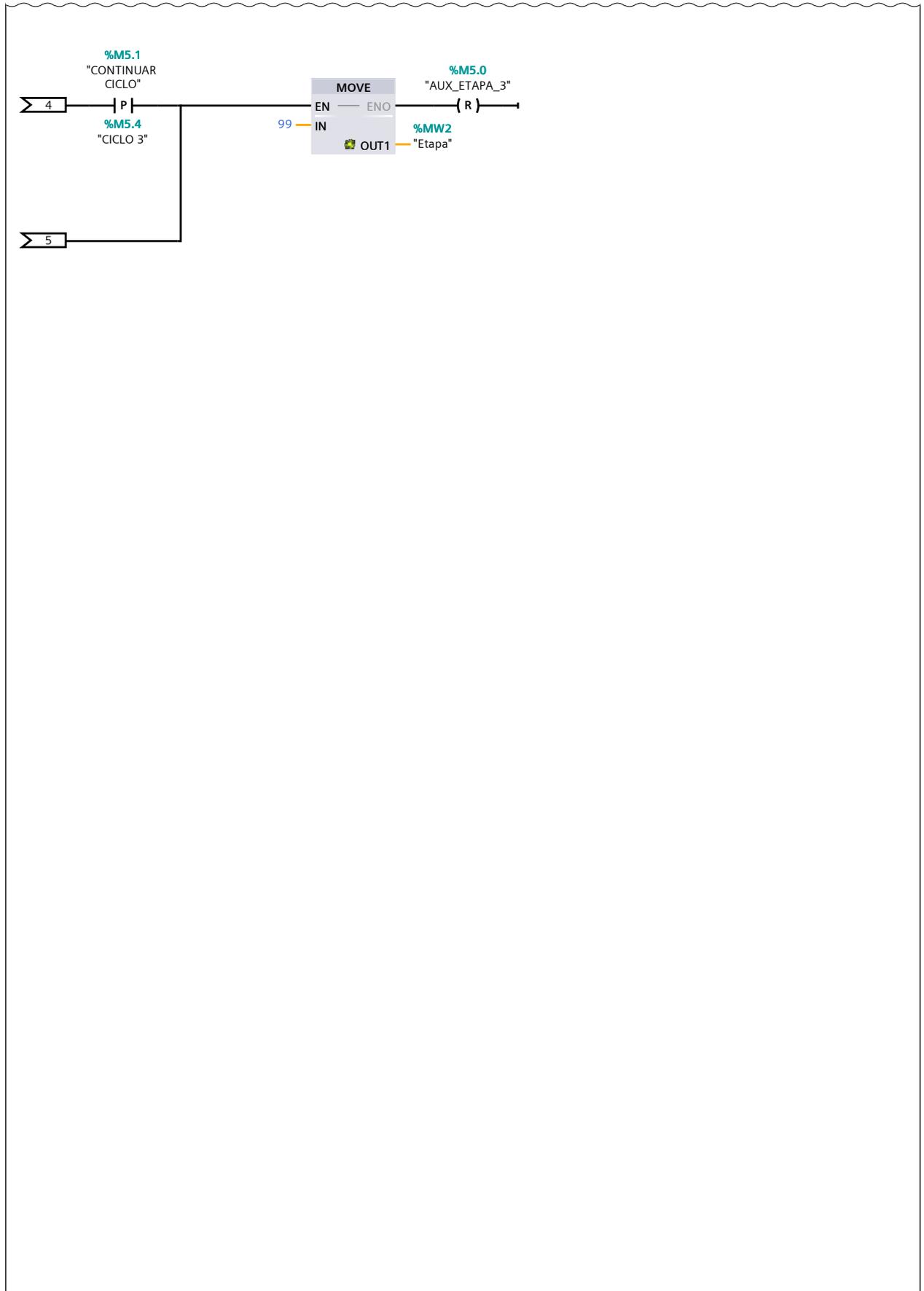
Segmento 5: Inicio giro del plato y soldadura

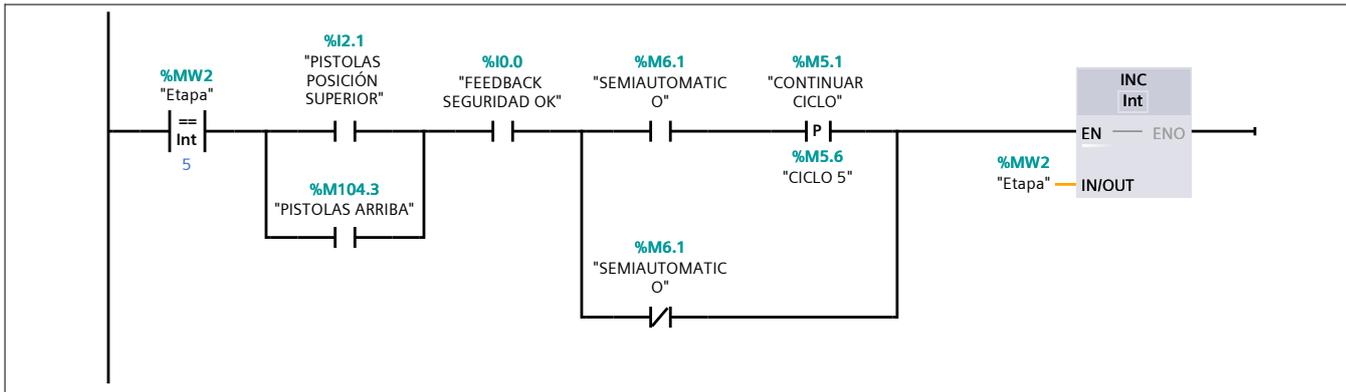
Segmento 5: Inicio giro del plato y soldadura (1.1 / 2.1)



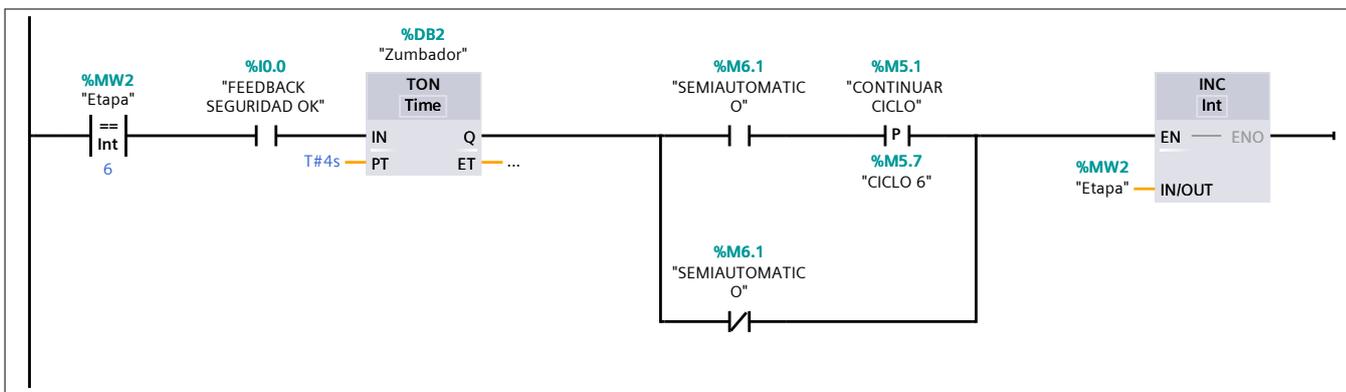
Segmento 5: Inicio giro del plato y soldadura (2.1 / 2.1)

1.1 (Página2 - 3)

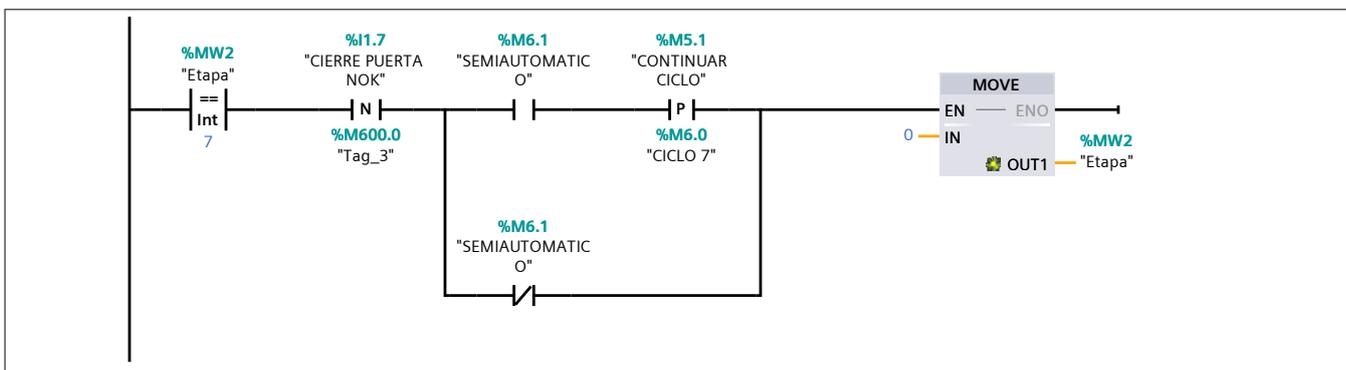




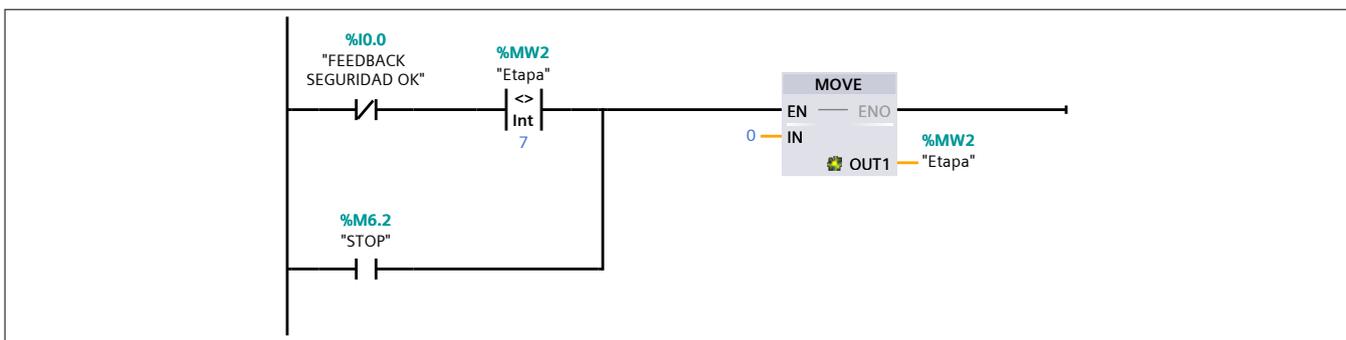
Segmento 9: Zumbador aviso fin soldadura



Segmento 10: Espera a apertura de puerta para reiniciar

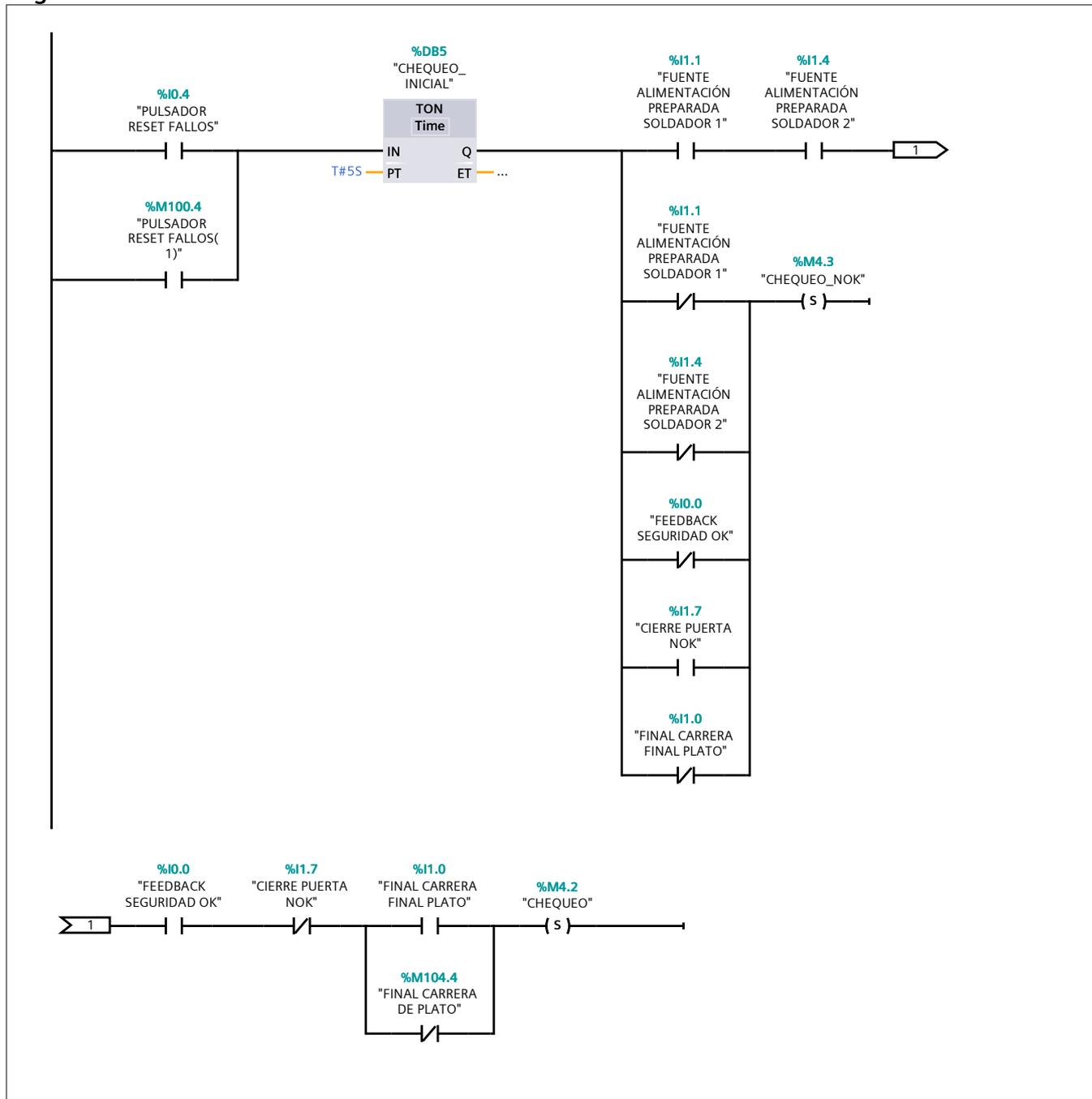


Segmento 11: Perdida de seguridad a Etapa inicial

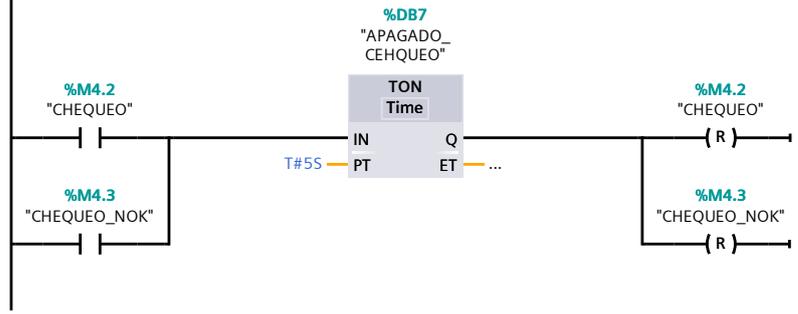


Segmento 12: Prueba Fallos

Segmento 12: Prueba Fallos



Segmento 13:



PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] / Bloques de programa

Salidas [OB123]

Salidas Propiedades

General

Nombre	Salidas	Número	123	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

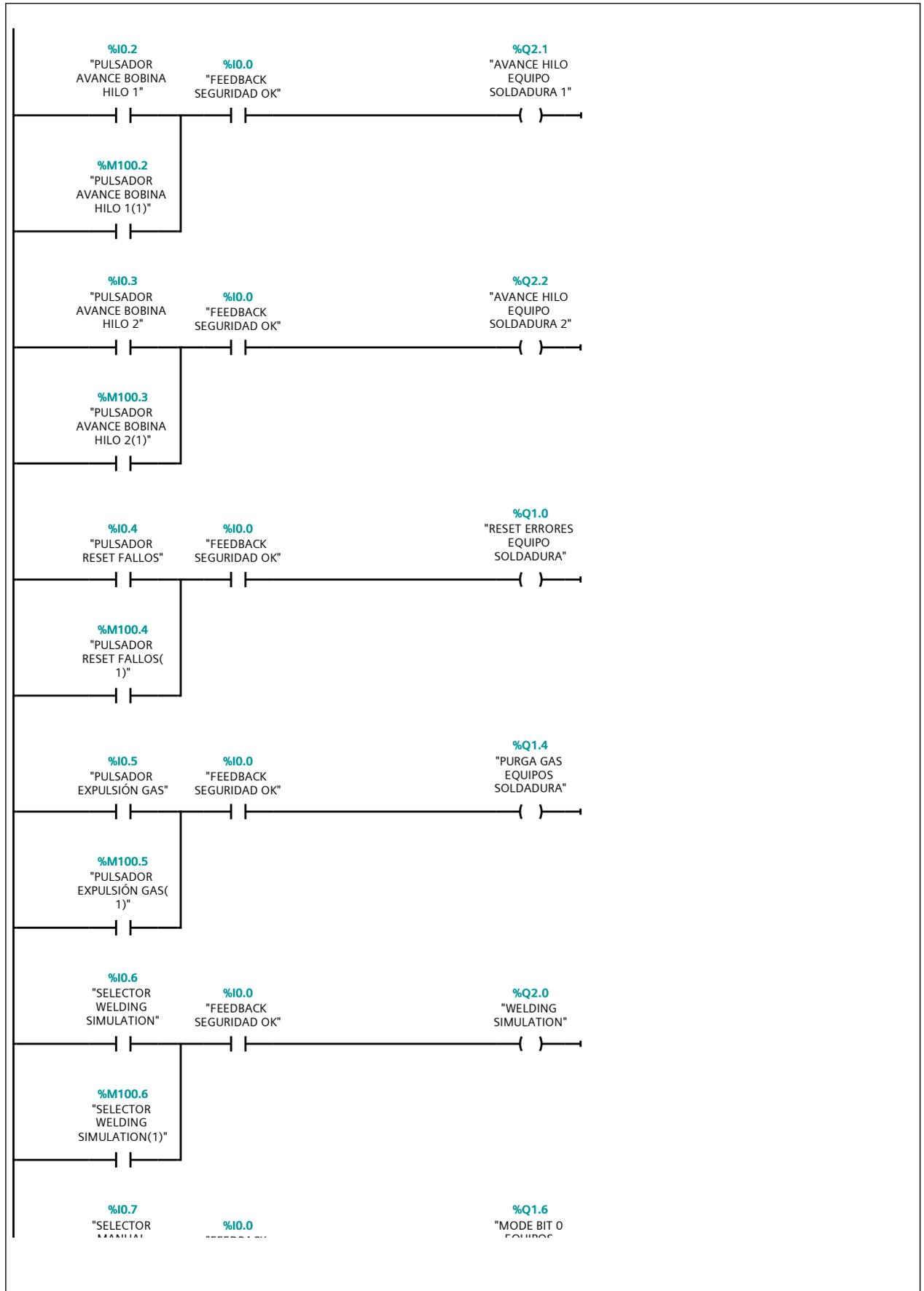
Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
▼ Input				
Initial_Call	Bool			Initial call of this OB
Remanence	Bool			=True, if remanent data are available
Temp				
Constant				

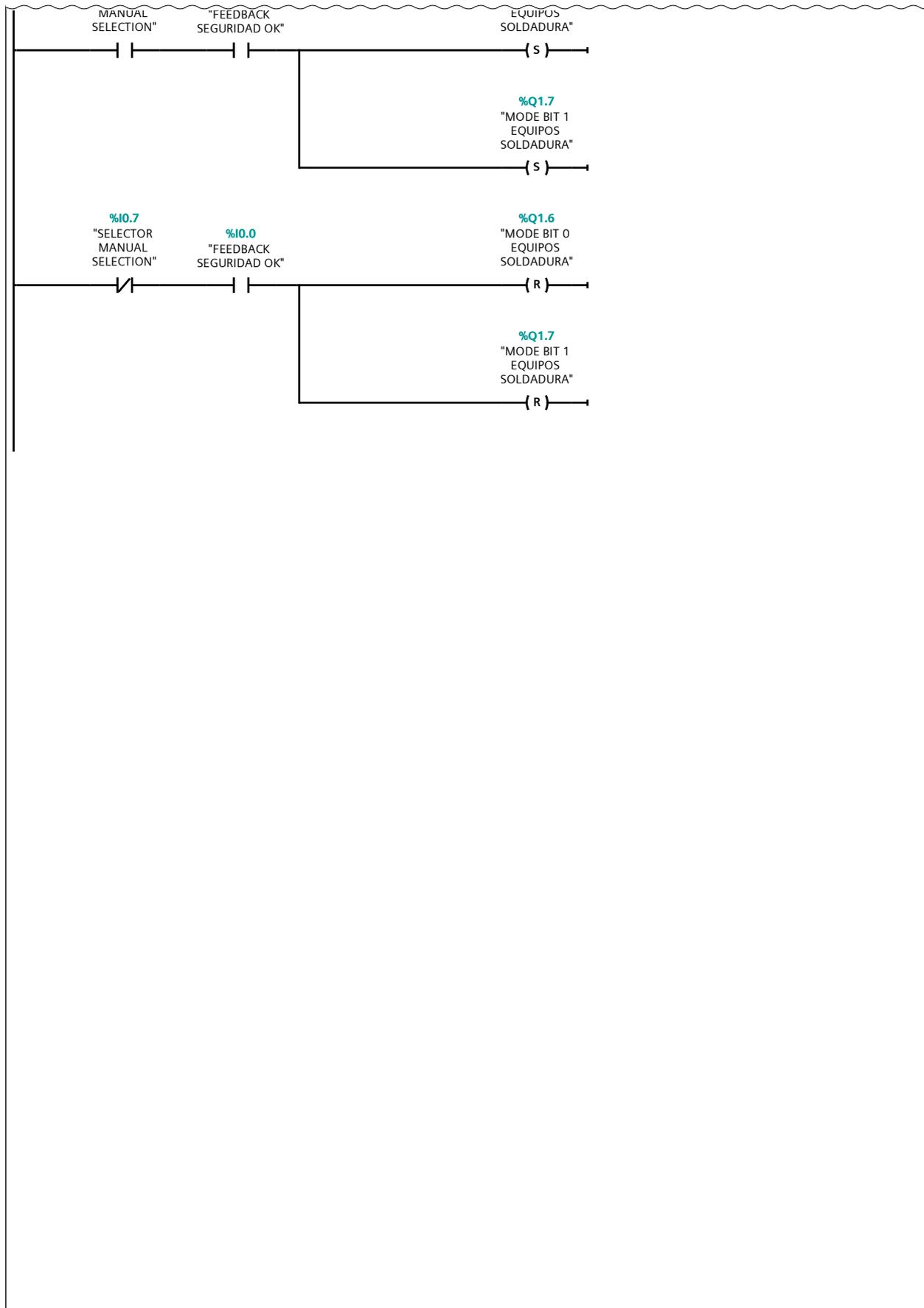
Segmento 1: Botonera y hmi

Segmento 1: Botonera y hmi (1.1 / 2.1)

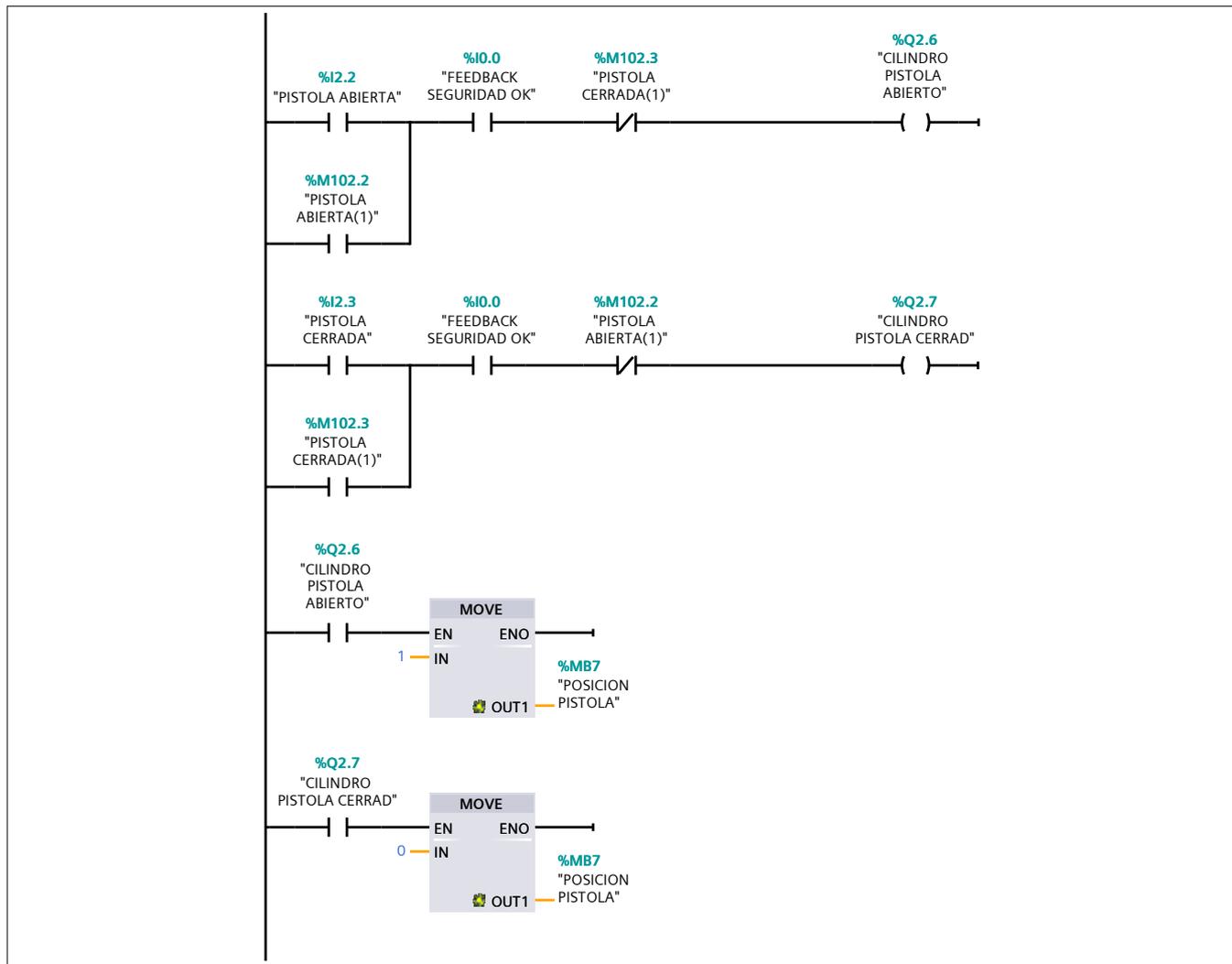


Segmento 1: Botonera y hmi (2.1 / 2.1)

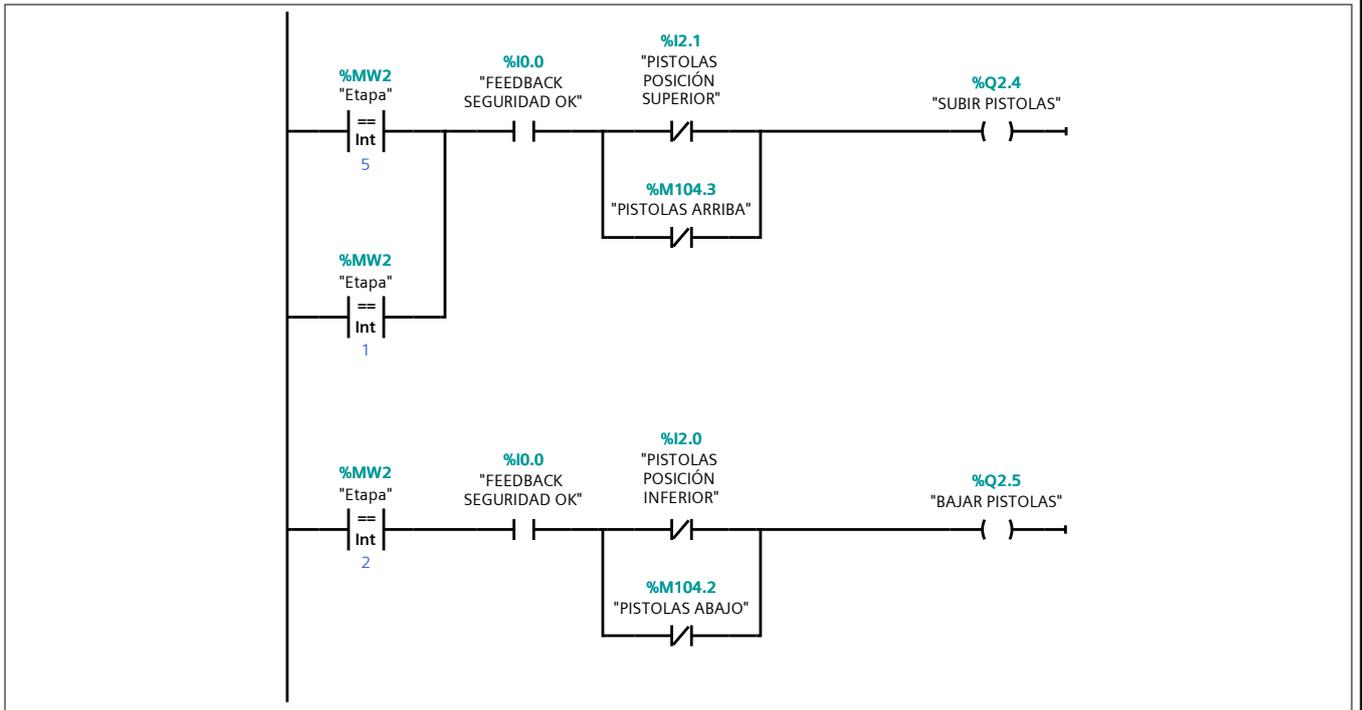
1.1 (Página3 - 2)



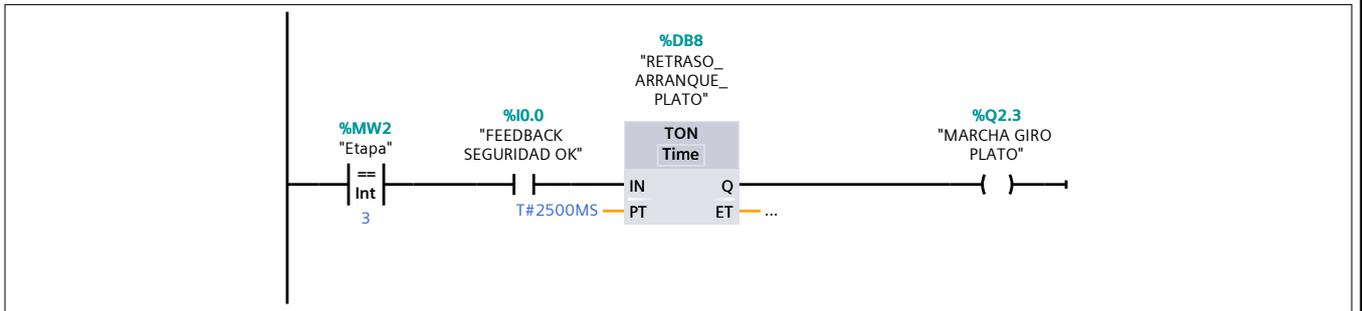
Segmento 2: CILINDRO PISTOLA



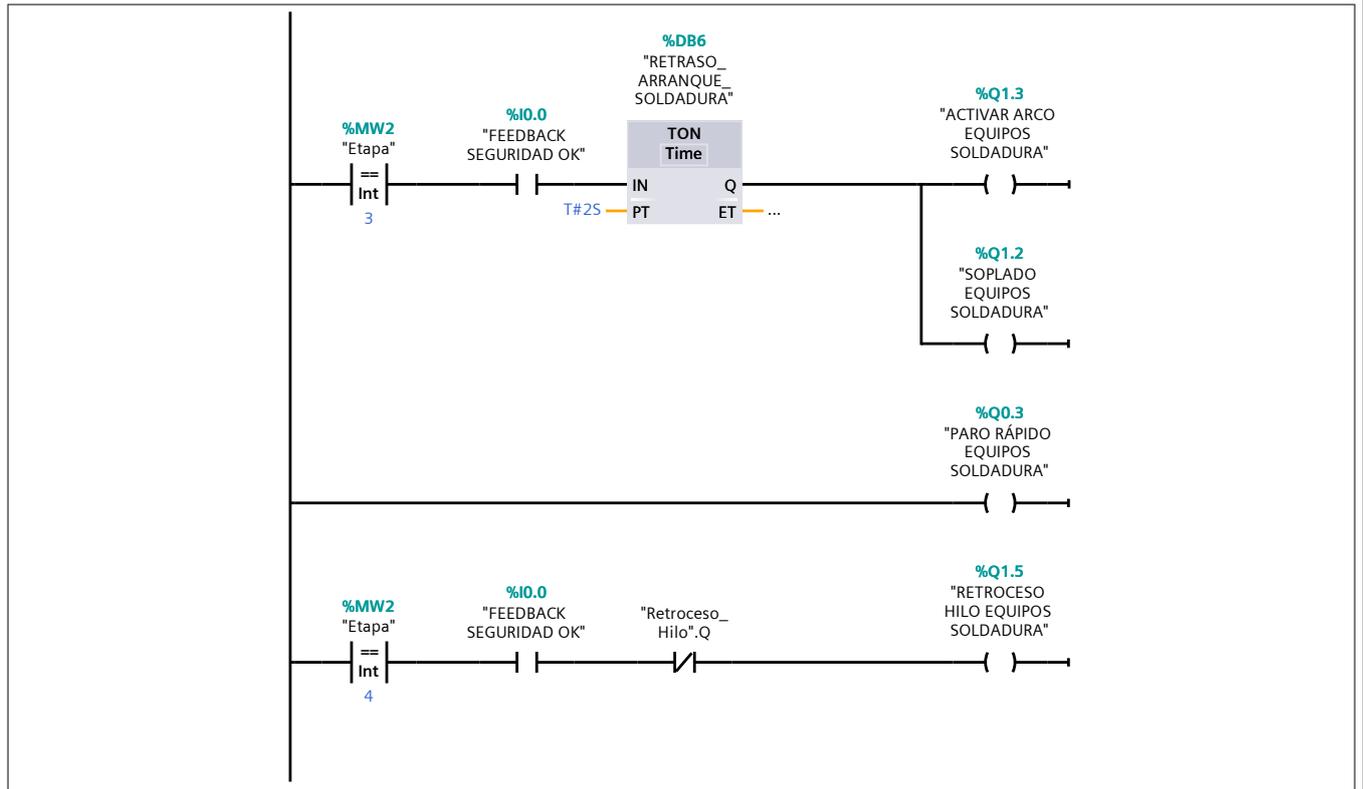
Segmento 3: Cilindro antorchas



Segmento 4: Giro plato

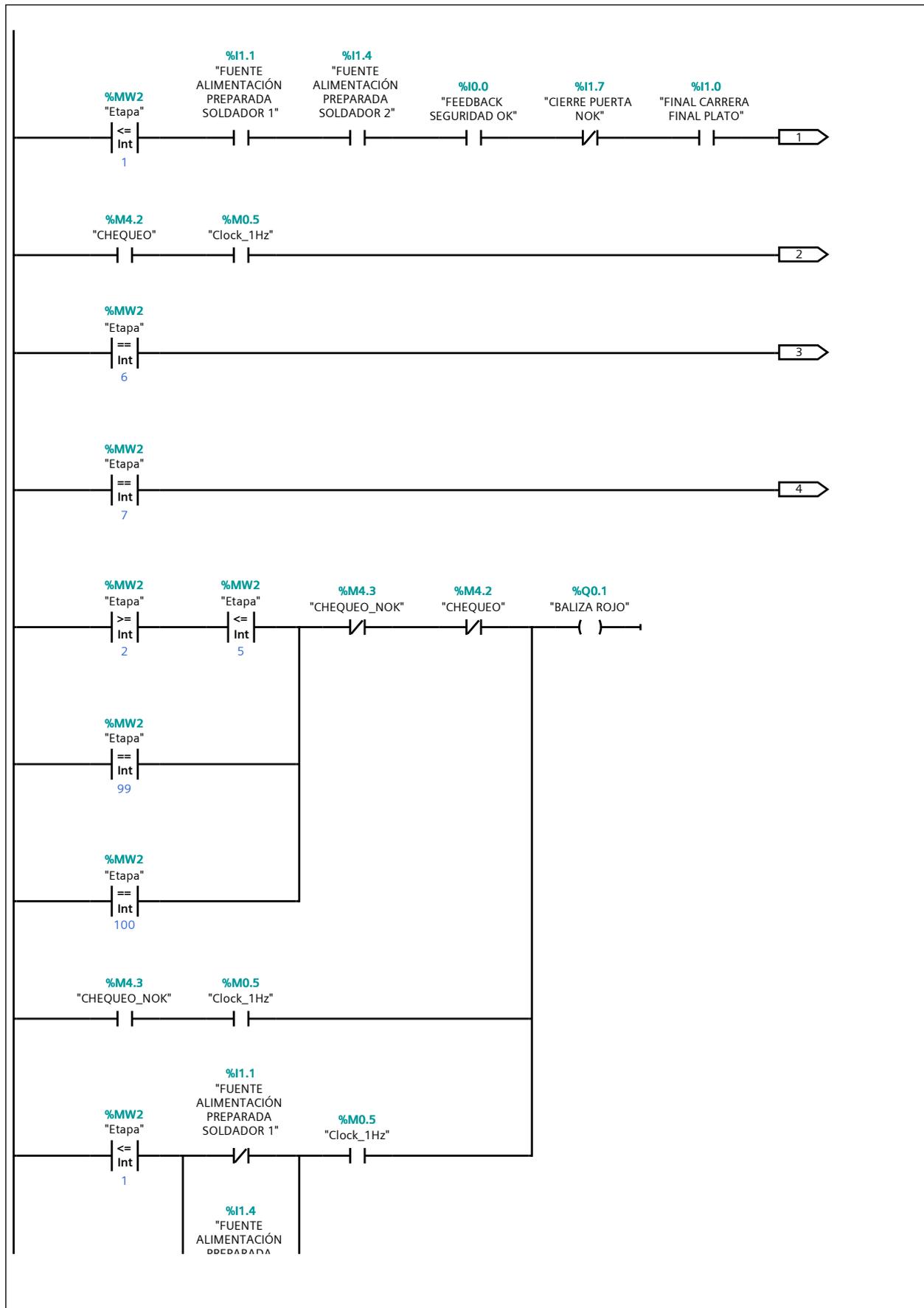


Segmento 5: Soldadura



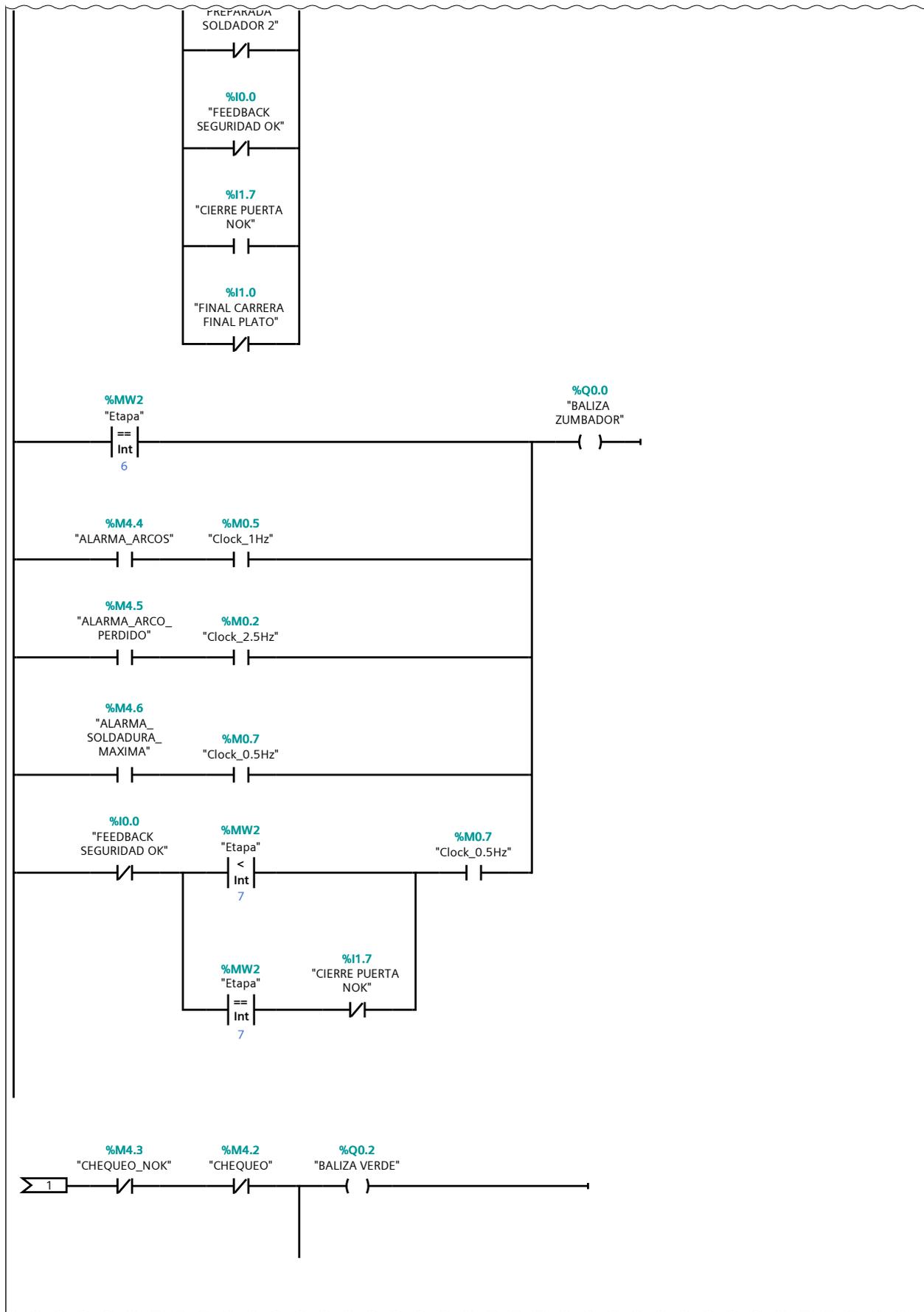
Segmento 6: Baliza

Segmento 6: Baliza (1.1 / 3.1)



Segmento 6: Baliza (2.1 / 3.1)

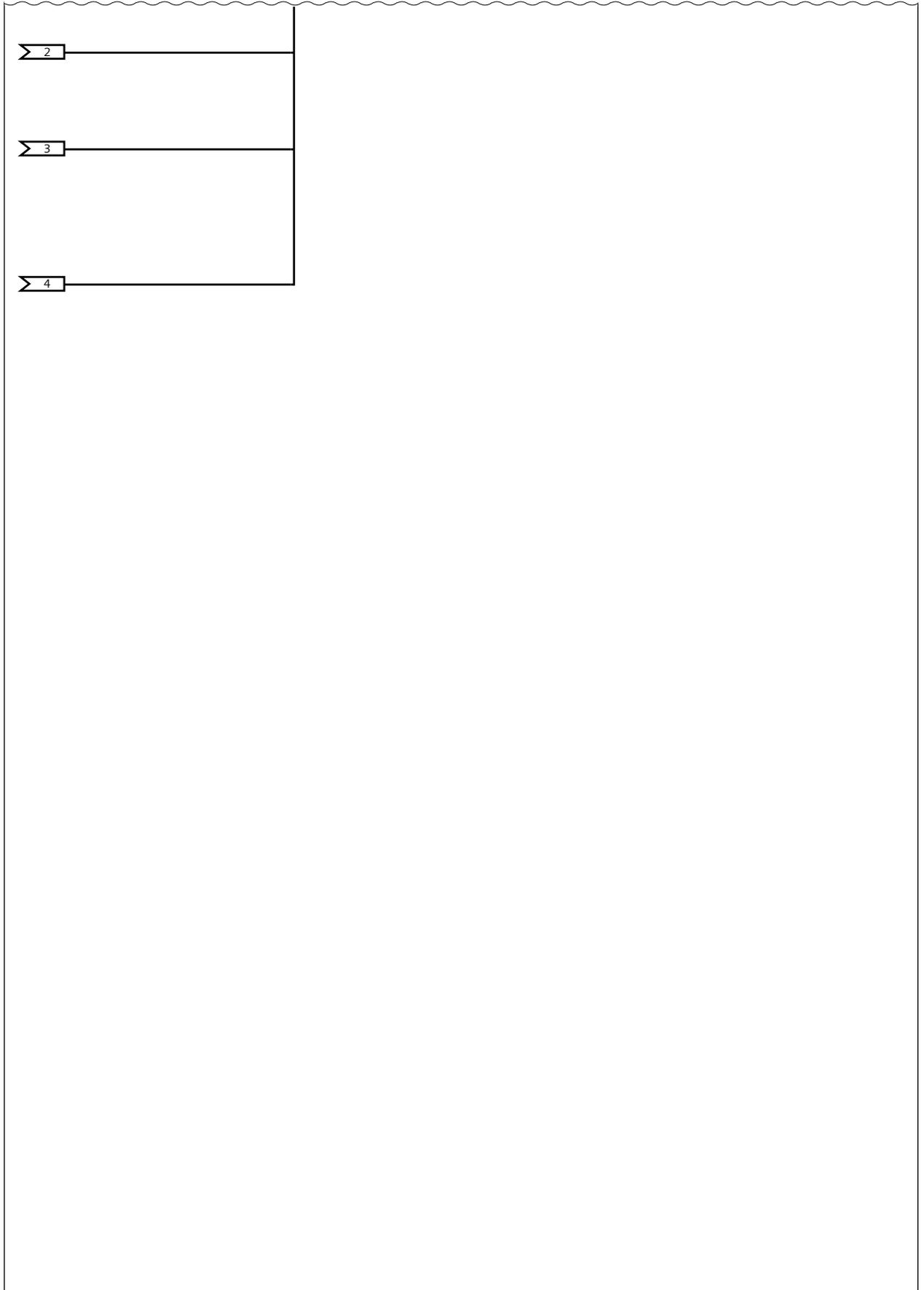
1.1 (Página3 - 7)



3.1 (Página3 - 9)

Segmento 6: Baliza (3.1 / 3.1)

2.1 (Página3 - 8)



PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] / Bloques de programa

Alarmas [OB124]

Alarmas Propiedades

General

Nombre	Alarmas	Número	124	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

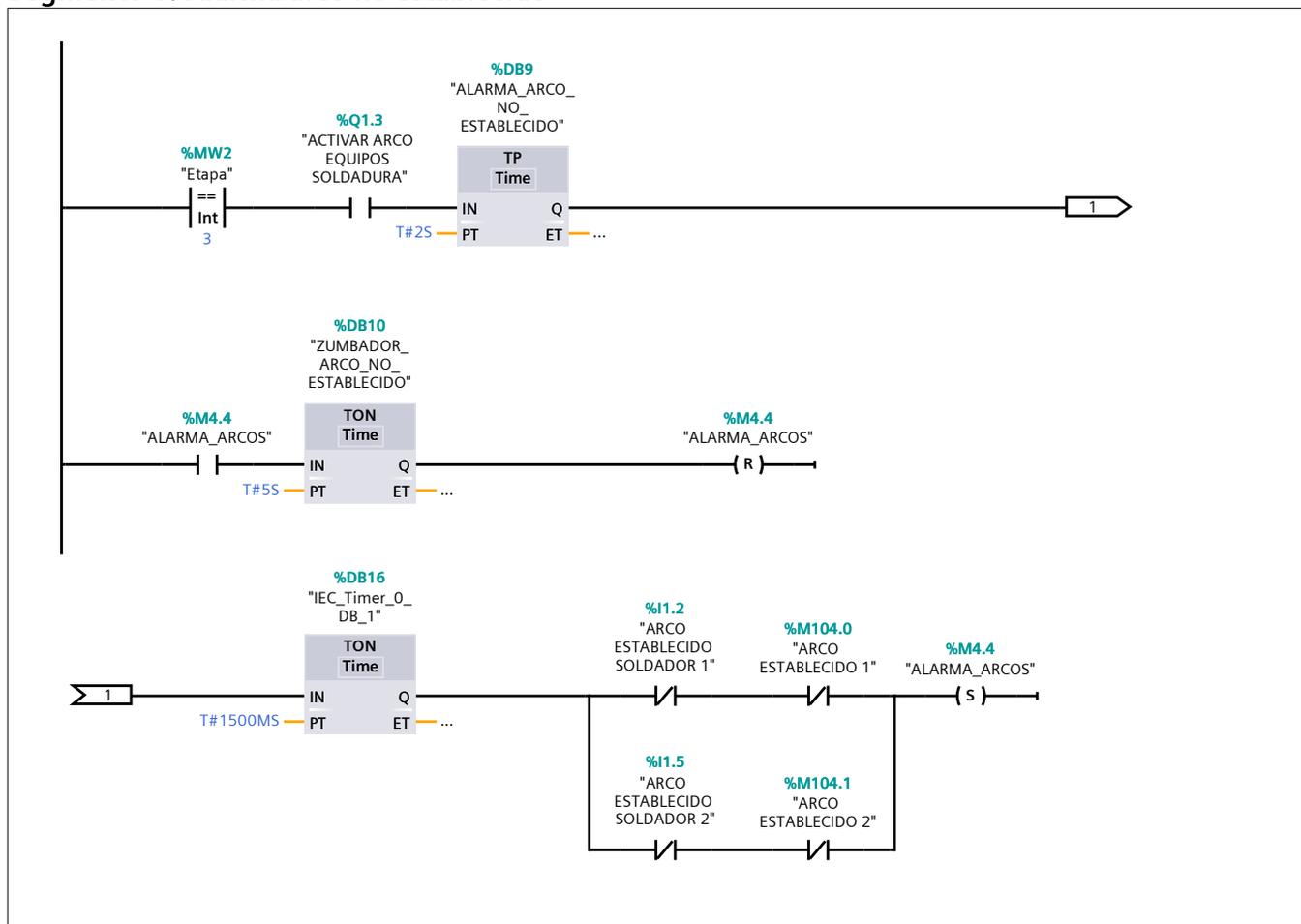
Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

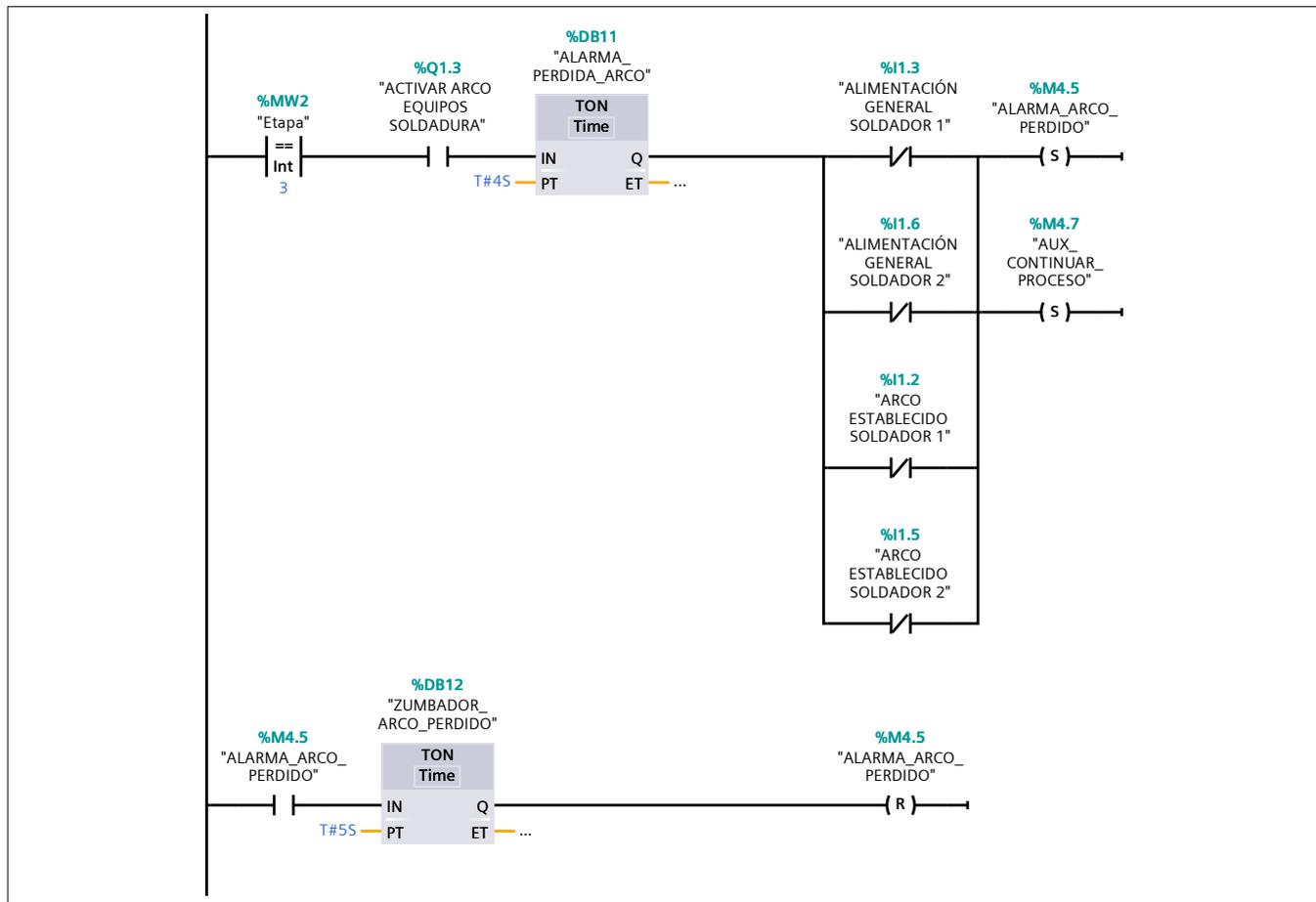
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
▼ Input				
Initial_Call	Bool			Initial call of this OB
Remanence	Bool			=True, if remanent data are available
Temp				
Constant				

Segmento 1: Alarma arco no establecido

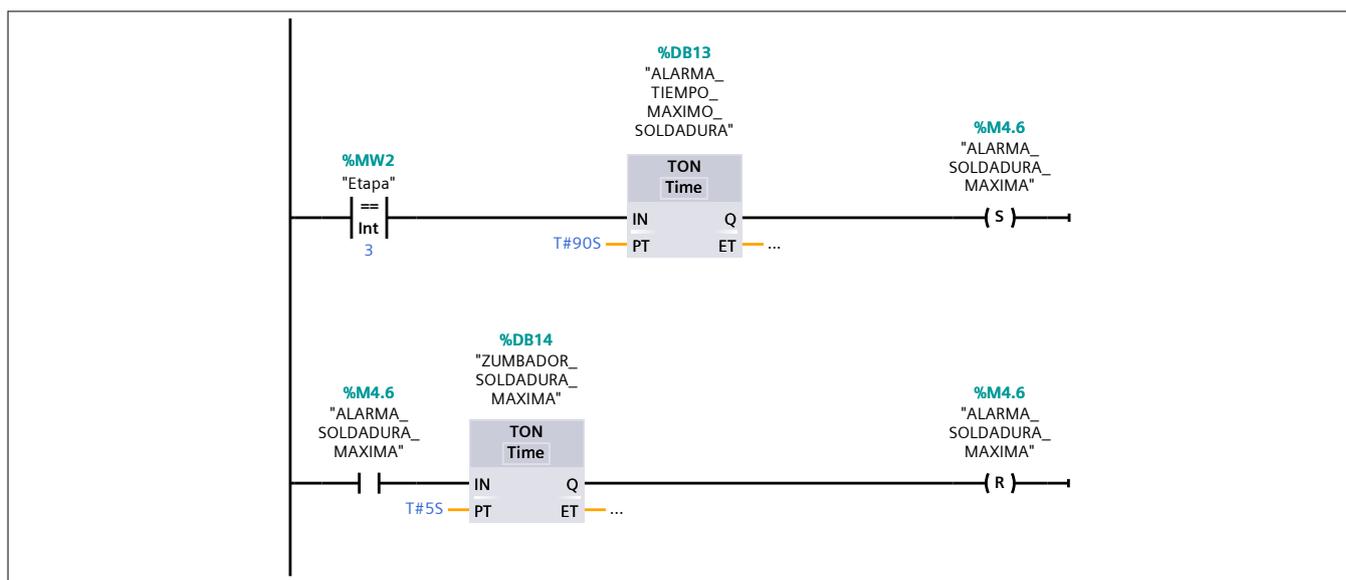
Segmento 1: Alarma arco no establecido



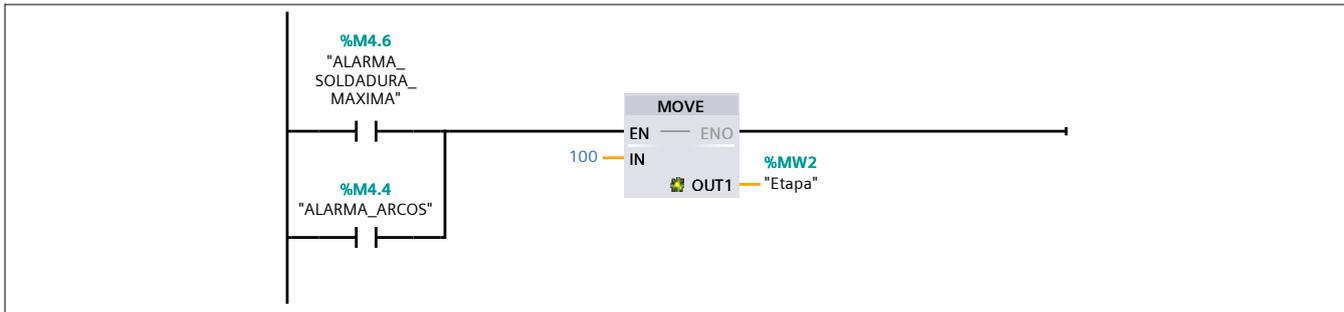
Segmento 2: Alarma pérdida de arco



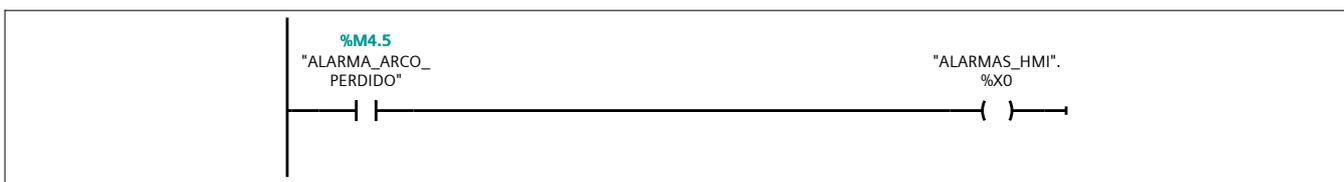
Segmento 3: Alarma máximo tiempo soldadura



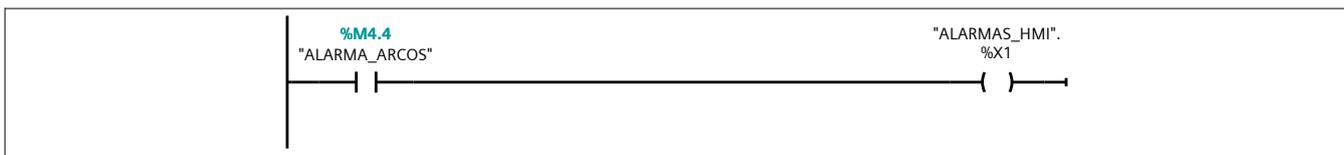
Segmento 4: ALARMAS QUE OBLIGAN A REARMAR E INICIAR PROCESO



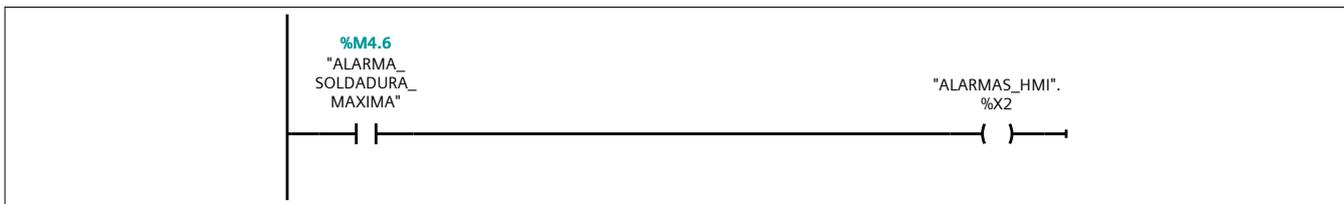
Segmento 5: VISU ALARMAS 1



Segmento 6: VISU ALARMAS 2



Segmento 7: VISU ALARMAS 3





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Documento 2. Anexo (II) Variables PLC

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE MÁQUINA DE SOLDADURA DE TUBOS AUTOMATIZADA

Trabajo Final del

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Xavier M^a Vives Gallego

TUTOR

Leopoldo Armesto Ángel

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] / Variables PLC / MARCAS [54]

Variables PLC

Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	PULSADOR INICIO MARCHA(1)	Bool	%M100.1	False	True	True	True		
	PULSADOR AVANCE BOBINA HILO 1(1)	Bool	%M100.2	False	True	True	True		
	PULSADOR AVANCE BOBINA HILO 2(1)	Bool	%M100.3	False	True	True	True		
	PULSADOR RESET FALLOS(1)	Bool	%M100.4	False	True	True	True		
	PULSADOR EXPULSIÓN GAS(1)	Bool	%M100.5	False	True	True	True		
	SELECTOR WELDING SIMULATION(1)	Bool	%M100.6	False	True	True	True		
	PISTOLA ABIERTA(1)	Bool	%M102.2	False	True	True	True		
	PISTOLA CERRADA(1)	Bool	%M102.3	False	True	True	True		
	POSICION PISTOLA	Byte	%MB7	False	True	True	True		
	ALIMENTACION GENERAL	Bool	%M102.4	False	True	True	True		
	ARCO ESTABLECIDO 1	Bool	%M104.0	False	True	True	True		
	ARCO ESTABLECIDO 2	Bool	%M104.1	False	True	True	True		
	PISTOLAS ABAJO	Bool	%M104.2	False	True	True	True		
	PISTOLAS ARRIBA	Bool	%M104.3	False	True	True	True		
	FINAL CARRERA DE PLATO	Bool	%M104.4	False	True	True	True		
	FINAL DE CARRERA PULSO	Bool	%M6.3	False	True	True	True		
	System_Byte	Byte	%MB1	False	True	True	True		
	FirstScan	Bool	%M1.0	False	True	True	True		
	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	False	True	True	True		
	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	False	True	True	True		
	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	False	True	True	True		
	Clock_Byte	Byte	%MB0	False	True	True	True		
	Clock_10Hz	Bool	%M0.0	False	True	True	True		
	Clock_5Hz	Bool	%M0.1	False	True	True	True		
	Clock_2.5Hz	Bool	%M0.2	False	True	True	True		
	Clock_2Hz	Bool	%M0.3	False	True	True	True		
	Clock_1.25Hz	Bool	%M0.4	False	True	True	True		
	Clock_1Hz	Bool	%M0.5	False	True	True	True		
	Clock_0.625Hz	Bool	%M0.6	False	True	True	True		
	Clock_0.5Hz	Bool	%M0.7	False	True	True	True		
	Etapas	Int	%MW2	False	True	True	True		

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	FLAN-CO_MARCHA_PLATO	Bool	%M4.0	False	True	True	True		
	AUX_SUBIDA_CILINDRO	Bool	%M4.1	False	True	True	True		
	Tag_1	Bool	%M500.0	False	True	True	True		
	Tag_2	Bool	%M500.1	False	True	True	True		
	CHEQUEO	Bool	%M4.2	False	True	True	True		
	CHEQUEO_NOK	Bool	%M4.3	False	True	True	True		
	ALARMA_ARCOS	Bool	%M4.4	False	True	True	True		
	ALARMA_ARCO_PERDIDO	Bool	%M4.5	False	True	True	True		
	ALARMA_SOLDADURA_MAXIMA	Bool	%M4.6	False	True	True	True		
	AUX_CONTINUAR_PROCESO	Bool	%M4.7	False	True	True	True		
	Tag_3	Bool	%M600.0	False	True	True	True		
	AUX_ETAPA_3	Bool	%M5.0	False	True	True	True		
	ALARMAS_HMI	Word	%MW9	False	True	True	True		
	CONTINUAR CICLO	Bool	%M5.1	False	True	True	True		
	CICLO 2	Bool	%M5.2	False	True	True	True		
	CICLO 1	Bool	%M5.3	False	True	True	True		
	CICLO 3	Bool	%M5.4	False	True	True	True		
	CICLO 4	Bool	%M5.5	False	True	True	True		
	CICLO 5	Bool	%M5.6	False	True	True	True		
	CICLO 6	Bool	%M5.7	False	True	True	True		
	CICLO 7	Bool	%M6.0	False	True	True	True		
	SEMIAUTOMATICO	Bool	%M6.1	False	True	True	True		
	STOP	Bool	%M6.2	False	True	True	True		

PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] / Variables PLC / SALIDAS [20]

Variables PLC

Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	BALIZA ZUMBADOR	Bool	%Q0.0	False	True	True	True		
	BALIZA ROJO	Bool	%Q0.1	False	True	True	True		
	BALIZA VERDE	Bool	%Q0.2	False	True	True	True		
	PARO RÁPIDO EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q0.3	False	True	True	True		
	RESET ERRORES EQUIPO SOLDADURA	Bool	%Q1.0	False	True	True	True		
	TOUCH SENSING EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q1.1	False	True	True	True		
	SOPLADO EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q1.2	False	True	True	True		
	ACTIVAR ARCO EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q1.3	False	True	True	True		
	PURGA GAS EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q1.4	False	True	True	True		
	RETROCESO HILO EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q1.5	False	True	True	True		
	MODE BIT 0 EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q1.6	False	True	True	True		
	MODE BIT 1 EQUIPOS SOLDADURA	Bool	%Q1.7	False	True	True	True		
	WELDING SIMULATION	Bool	%Q2.0	False	True	True	True		
	AVANCE HILO EQUIPO SOLDADURA 1	Bool	%Q2.1	False	True	True	True		
	AVANCE HILO EQUIPO SOLDADURA 2	Bool	%Q2.2	False	True	True	True		
	MARCHA GIRO PLATO	Bool	%Q2.3	False	True	True	True		
	SUBIR PISTOLAS	Bool	%Q2.4	False	True	True	True		
	BAJAR PISTOLAS	Bool	%Q2.5	False	True	True	True		
	CILINDRO PISTOLA ABIERTO	Bool	%Q2.6	False	True	True	True		
	CILINDRO PISTOLA CERRAD	Bool	%Q2.7	False	True	True	True		

PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] / Variables PLC / ENTRADAS [20]

Variables PLC

Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	FEEDBACK SEGURIDAD OK	Bool	%I0.0	False	True	True	True		
	PULSADOR INICIO MARCHA	Bool	%I0.1	False	True	True	True		
	PULSADOR AVANCE BOBINA HILO 1	Bool	%I0.2	False	True	True	True		
	PULSADOR AVANCE BOBINA HILO 2	Bool	%I0.3	False	True	True	True		
	PULSADOR RESET FALLOS	Bool	%I0.4	False	True	True	True		
	PULSADOR EXPULSIÓN GAS	Bool	%I0.5	False	True	True	True		
	SELECTOR WELDING SIMULATION	Bool	%I0.6	False	True	True	True		
	SELECTOR MANUAL SELECTION	Bool	%I0.7	False	True	True	True		
	FINAL CARRERA FINAL PLATO	Bool	%I1.0	False	True	True	True		
	FUENTE ALIMENTACIÓN PREPARADA SOLDADOR 1	Bool	%I1.1	False	True	True	True		
	ARCO ESTABLECIDO SOLDADOR 1	Bool	%I1.2	False	True	True	True		
	ALIMENTACIÓN GENERAL SOLDADOR 1	Bool	%I1.3	False	True	True	True		
	FUENTE ALIMENTACIÓN PREPARADA SOLDADOR 2	Bool	%I1.4	False	True	True	True		
	ARCO ESTABLECIDO SOLDADOR 2	Bool	%I1.5	False	True	True	True		
	ALIMENTACIÓN GENERAL SOLDADOR 2	Bool	%I1.6	False	True	True	True		
	CIERRE PUERTA NOK	Bool	%I1.7	False	True	True	True		
	PISTOLAS POSICIÓN INFERIOR	Bool	%I2.0	False	True	True	True		
	PISTOLAS POSICIÓN SUPERIOR	Bool	%I2.1	False	True	True	True		
	PISTOLA ABIERTA	Bool	%I2.2	False	True	True	True		
	PISTOLA CERRADA	Bool	%I2.3	False	True	True	True		



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Documento 3. Presupuestos

OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE MÁQUINA DE SOLDADURA DE TUBOS AUTOMATIZADA

Trabajo Final del

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Xavier M^a Vives Gallego

TUTOR

Leopoldo Armesto Ángel

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

Materiales				
Ref.	Ítem	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
001	Cilindros neumáticos Festo DSBC-50-125-PPVA-N3	1	139,87€	139,87€
002	HMI SIMATIC Comfort Siemens TP1500	1	2.621,30€	2.621,30€
003	Cortina de protección para soldadura	1	27,50€	27,50€
004	Sensor proximidad inductivo IFB 3004 BPKG/M	1	34,36€	34,36€
005	Seta Roja sobre base amarilla SE XALK178F	1	73,79€	73,79€
006	Etiqueta circular parada de emergencia ZBY9430	1	3,08€	3,08€
007	Latiguillo RJ45 10 metros Phoenix contact	1	49,49€	49,49€
Total materiales				2.949,39€

Software				
Ref.	Ítem	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
001	Licencia anual de Tia Portal professional v14	1	1.512,00€	1.512,00€
003	Licencia windows + office	1	55,87€	55,87€
Total software				1.567,87€

Mano de obra				
Ref.	Ítem	Horas	Precio (€/H)	Total (€)
001	Estudio previo	10	20,00€	200,00€
002	Programación	18,5	20,00€	370,00€
003	Diseño pantallas	20	20,00€	400,00€
004	Redacción de proyecto	100	20,00€	2.000,00€
005	Técnico de máquinas: montaje	18	14,28€	257,04€
Total mano de obra				3.227,04€

Coste directo		7.744,30€
Coste indirecto	1%	77,44€
IVA	21%	1.626,30€
COSTE TOTAL		9.448,05€