



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

AUTOMATIZACIÓN Y MEJORA DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA MADERERA.

Autor

Pablo Tregón Esteban

Director

Ramón Piedrafita Moreno

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza

2022

RESUMEN

El proyecto se ha realizado en la empresa FINANCIERA MADERERA S.A de Cella, Teruel. Consiste en llevar a cabo una migración de automatización en el proceso de producción de la empresa.

Desde hace años, en los procesos de la fábrica se continúa utilizando sistemas automáticos que con el paso del tiempo han resultado obsoletos, por lo tanto, surge la necesidad de migrar y mejorar dichos sistemas para aumentar su eficiencia y el desarrollo de la empresa.

En este proyecto se abordan dos migraciones diferentes mediante la utilización de tres tipos de herramientas de programación. En primer lugar, la migración y mejora tanto del hardware como del software de una máquina flejadora mediante la herramienta STEP 7 de Siemens. En segundo lugar, la creación de pantallas de visualización del proceso de producción, utilizando el software más novedoso denominado TIA Portal V15.1.

El autómatas de la máquina flejadora se encontraba actualmente con un software muy antiguo denominado S5. La migración se desempeña con un segundo software denominado STEP S7, donde se desarrolla la nueva programación de la máquina y diferentes mejoras del código de programación. No obstante, en cuanto al hardware, se sustituye el autómatas S5 por una estación remota (ET) con sus módulos de entradas y salidas correspondientes, comunicados mediante un cableado denominado Profibus, con el PLC maestro de la línea de la fábrica. Por último, se utiliza el software TIA Portal V15.1 para el diseño y programación de la nueva pantalla táctil a implantar, sustituyendo la mesa de mandos existente.

Por otro lado, pero relacionado con lo anterior, se aprovecha la nueva pantalla táctil para migrar diversas pantallas de visualización de toda la línea de producción e implantarlas junto con la visualización de la máquina flejadora, utilizando nuevamente el software TIA Portal V15.1.

Finalmente, se lleva a cabo la comunicación y el montaje del nuevo hardware de la máquina flejadora junto con la pantalla táctil de visualización, en un cuadro eléctrico situado en el exterior del proceso de flejado.

Palabras clave: Migración, autómatas, máquina flejadora, STEP S7, TIA Portal V15.1, pantalla de visualización.

ABSTRACT

The project was carried out in the company FINANCIERA MADERERA S.A. in Cella, Teruel.

It consists of carrying out an automation migration in the company's production process.

For years, the factory has been using automatic systems in its processes which have become obsolete after time. That is why appear the necessity to change and improve these systems in order to increase their efficiency and the company's development.

In this project, two different migrations are addressed through the use of three types of programming tools. First, the migration and improvement of both the hardware of the hardware and software of a strapping machine using the Siemens STEP7 tool. Secondly, the creation of visualization screens of the production, using the latest software called TIA Portal V15.1.

The strapping machine's automat was currently running very old software called S5. The migration is performed with second software called STEP S7, where the new programming of the machine and different improvements of the programming code are developed. However, as far as the hardware is concerned, the S5 automaton is replaced by an ET with its corresponding input and output modules, communicated through a wiring modules called Profibus, with the master PLC of the factory line. Lastly, the TIA Portal V15.1. Software is used for the design and programming of the new touch screen to be implemented, replacing the existing control panel.

On the other hand, but related to the above, the new touchscreen is used to migrate various display screens from the existing production line and implement them together with the visualization of the strapping machine, again using the TIA Portal V15 1 1 software.

Finally, it is carried out the communication and installation of the strapping machine's new hardware together with the new visualization touch screen, in an electrical panel located outside the strapping process.

Keywords: Migration, automat, strapping machine, STEP S7, TIA Portal V15.1, display screen.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Motivación	1
1.2.	Objetivos	1
1.3.	Resumen del contenido	1
2.	Capítulo 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	3
2.1.	Introducción de la empresa maderera.....	3
2.2.	Características generales de la línea de producción	3
2.3.	Descripción de la máquina flejadora.....	5
2.4.	Proceso de flejado mediante una Red de Petri.....	6
3.	Capítulo 3. MIGRACIÓN DEL SOFTWARE DE LA MÁQUINA FLEJADORA	8
3.1.	Definición de migración	8
3.2.	Pasos realizados para la migración del software de la flejadora	8
3.2.1.	Software del autómatas S5.....	8
3.2.2.	Conversión del software S5 a S7	10
3.2.3.	Mejoras realizadas en el código de programación	18
4.	Capítulo 4. MIGRACIÓN DEL HARDWARE DE LA MÁQUINA FLEJADORA	29
4.1.	Descripción del hardware de la máquina flejadora	29
4.1.1.	Autómata S5-95U	29
4.1.2.	Módulos de entradas y salidas digitales	30
4.1.3.	Panel de control	32
4.2.	Descripción del nuevo hardware de la máquina flejadora	33
4.2.1.	Autómata principal de la línea	33
4.2.2.	Estación remota	34
4.2.3.	Módulos de entradas / salidas	35
4.2.4.	Pantalla táctil.....	36
4.3.	Creación de planos eléctricos.....	38
5.	Capítulo 5. CREACIÓN DE VISUALIZACIONES PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y MONTAJE DEL HARDWARE	45
5.1.	Elección y caracterización del hardware	45
5.1.1.	Configuración del PLC.....	45
5.1.2.	Configuración de la pantalla HMI.....	45
5.1.3.	Configuración de la comunicación	46
5.2.	Creación de pantallas de visualizaciones	46

5.2.1. Pantallas de visualización	47
5.3. Sustitución y montaje del hardware	43
6. Capítulo 6. CONCLUSIONES	53
TERMINOLOGÍA EMPLEADA	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXO 1	1
1.1. BLOQUE DE FUNCIÓN 580	1
1.2. BLOQUE DE FUNCIÓN 581	5
1.3. BLOQUE DE FUNCIÓN 582	28
1.4. BLOQUE DE FUNCIÓN 583	35
1.5. BLOQUE DE FUNCIÓN 584	41
1.6. BLOQUE DE FUNCIÓN 585	49
1.7. BLOQUE DE FUNCIÓN 586	53
1.8. BLOQUE DE FUNCIÓN 587	55
ANEXO 2	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sinóptico línea de producción	4
Ilustración 2. Vista real de la línea de producción	5
Ilustración 3. Máquina flejadora	6
Ilustración 4. Red de Petri del proceso de flejado	7
Ilustración 5. Software del autómeta S5	9
Ilustración 6. Bloque de función del software S5.....	10
Ilustración 7. Ruta para agregar la ET	11
Ilustración 8. Hardware de la línea de producción	11
Ilustración 9. Propiedades de la estación remota.....	12
Ilustración 10. Módulos de entradas/salidas de la estación remota	12
Ilustración 11. Creación del programa en STEP S7.....	13
Ilustración 12. Estructura del software en STEP S7.....	14
Ilustración 13. Lenguaje de programación del bloque OB	14
Ilustración 14. Segmento del software en S7.....	15
Ilustración 15. Bloque de datos DB1100	17
Ilustración 16. Plano del selector de tensión	18
Ilustración 17. Mejora realizada para los tiempos de tensado.....	19
Ilustración 18. Implantación tiempos de tensado en visualización	19
Ilustración 19. Código para limitación de tiempos de tensado.....	20
Ilustración 20. Código de combinaciones para tiempos de tensado	21
Ilustración 21. Código final de tiempos de tensado.....	22
Ilustración 22. Código para sustitución de temporizadores	23
Ilustración 23. Implantación de temporizadores en visualización	23
Ilustración 24. Código del contador de flejadas.....	25
Ilustración 25. Código del primer paso del proceso flejado.....	26
Ilustración 26. Código reseteo de pasos flejado	27
Ilustración 27. Implantación de pasos del proceso en visualización.....	28
Ilustración 28. SIMATIC S5-95U.....	30
Ilustración 29. Módulo de entradas/salidas del autómeta S5	31
Ilustración 30. Módulo extra entradas digitales	31
Ilustración 31. Panel de mandos de la máquina flejadora	32
Ilustración 32. SIMATIC S7-400	34
Ilustración 33. Estación remota unida a los módulos de entradas y salidas.....	35
Ilustración 34. Módulo de entradas/salidas del autómeta S5	36
Ilustración 35. Pantalla táctil vista frontal (Soluciones & Servicios, 2021)	37
Ilustración 36. Pantalla táctil vista trasera (Soluciones & Servicios, 2021).....	37
Ilustración 37. Plano eléctrico de la acometida	38
Ilustración 38. Plano eléctrico de entradas digitales (E162)	39
Ilustración 39. Plano eléctrico de entradas digitales (E163)	40
Ilustración 40. Plano eléctrico de salidas digitales (A88)	40
Ilustración 41. Plano eléctrico de salidas digitales (A89)	41
Ilustración 42. Plano eléctrico de potencia (1).....	41
Ilustración 43. Plano eléctrico de potencia (2).....	42

Ilustración 44. Conexión de la pantalla de visualización.....	44
Ilustración 45. Selección de PLC.....	45
Ilustración 46. Selección de la pantalla de visualización.....	46
Ilustración 47. Vista de topología del hardware	46
Ilustración 48. Visualización del sinóptico de la línea de producción.....	47
Ilustración 49. Visualización del sinóptico del pupitre 1.....	48
Ilustración 50. Visualización del sinóptico del pupitre 2.....	49
Ilustración 51. Visualización del sinóptico del pupitre 3.....	49
Ilustración 52. Visualización de la introducción de datos.....	50
Ilustración 53. Visualización de la máquina flejadora (I)	51
Ilustración 54. Visualización de la máquina flejadora (II)	51
ANEXOS	
Ilustración 1. Vista frontal de la máquina flejadora.....	59
Ilustración 2. Cuadro eléctrico inicialmente	60
Ilustración 3. Parte inferior del cuadro eléctrico.....	61
Ilustración 4. Inicio del montaje del hardware.....	61
Ilustración 5. Prueba de funcionamiento pantalla táctil	62
Ilustración 6. Tabla de símbolos (I)	63
Ilustración 7. Tabla de símbolos (II)	64
Ilustración 8. Tabla de símbolos (III)	65

*AUTOMATIZACIÓN Y MEJORA DE UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA MADERERA*

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación

En este capítulo se va a exponer los diferentes motivos de la elección de este trabajo.

En primer lugar, el aprendizaje y desarrollo de conocimientos en un proyecto de automatización con la ayuda de las herramientas STEP S7 y TIA Portal V15.

En segundo lugar, la posibilidad de contribuir con la empresa FINANCIERA MADERERA S.A. y aportar mejoras en el proceso de una línea de producción. Así como, en mejorar la automatización de una máquina e implantar el manejo de ésta mediante una pantalla táctil, lo que supondrá una gran funcionalidad y facilidad para los trabajadores.

1.2. Objetivos

La importancia de este proyecto se basa en la gran variedad de objetivos que abarca. A continuación, se enumeran los objetivos más destacables a alcanzar:

- ◆ Familiarización y aprendizaje acerca de diversos programas como TIA Portal V15.1, Step S7, STEP S5.
- ◆ Migración del software y hardware de una máquina flejadora localizada dentro del proceso de producción.
- ◆ Mejora del código de programación y creación de planos eléctricos de la máquina flejadora con el programa SEE Electrical.
- ◆ Creación de una pantalla de visualización para la máquina flejadora y su posterior implantación en una pantalla táctil Touch Panel HMI.
- ◆ Creación de pantallas de visualización de toda la línea de la fábrica mediante TIA Portal, logrando mayor versatilidad y funcionalidad.

1.3. Resumen del contenido

Debido a la extensión del proyecto, se presenta a continuación un breve resumen del contenido sobre los diferentes capítulos y anexos.

- **Capítulo 2:** Se lleva a cabo una descripción general de la línea de producción.
- **Capítulo 3:** Se lleva a cabo la descripción de la migración del software de la máquina flejadora. Se expone el código de programación y las mejoras realizadas en él.
- **Capítulo 4:** Se lleva a cabo la descripción de la migración del hardware de la máquina flejadora y la creación de los planos eléctricos. Finalmente, se expone la sustitución e instalación del hardware.

- **Capítulo 5:** Se lleva a cabo la descripción de la creación de las pantallas de visualización en el proceso de producción.
- **Anexo 1:** Se expone el código de programación completo de la máquina flejadora mediante la herramienta STEP S7, dividido por bloques de funciones.
- **Anexo 2:** Se presentan una serie de ilustraciones y tablas sobre el proceso de migrado.

Capítulo 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

En este capítulo, se comienza con una breve introducción de la empresa y su funcionamiento. En segunda instancia, se realiza una descripción de la línea de producción y de la máquina flejadora en la que se ha trabajado.

2.1. Introducción de la empresa maderera

FINSA es una empresa pionera dedicada a la fabricación de tableros de madera, aglomerados, recubiertos de melamina, recubiertos con chapa de madera y componentes para muebles, entre otros.

La fabricación y transformación de los productos derivados de la madera es un proceso largo y complejo. Es necesario resaltar, que se trata de un proceso continuo durante todo el año, en el que solamente se realizan paradas de mantenimiento y prevención.

La empresa contiene diversas líneas de producción interconectadas en línea entre sí. Comenzando por el inicio del proceso y continuando aguas abajo, los procesos principales de cada línea son los siguientes: el triturado, el viruteado, el secado, el impregnado, el prensado, el lijado, el melaminado y, finalmente, el empaquetado. En este proyecto se trabaja específicamente, sobre el proceso de producción denominado lijado.

2.2. Características generales de la línea de producción

La línea de producción, denominada lijado, se encuentra ubicada a continuación del proceso de prensado, donde el manto de material atraviesa la prensa y se produce el tablero uniforme denominado aglomerado. Posteriormente, en el proceso de lijado, se desarrollan los procesos de lijado, cortadura y canteado de los tableros. Una vez llegados a este punto, existen tres caminos de envío según las necesidades de producción. Por un lado, se puede transportar la pila de tableros al puente grúa, cuya finalidad es el traslado de la pila al proceso de melaminado. Por otro lado, se puede dirigir al proceso de flejado y posterior empaquetado. Por último, en tercer lugar, se pueden transportar a una mesa donde los operarios se encargan de recoger la pila de tableros para su posterior apilamiento en otro almacén.

La línea de lijado, se compone de diferentes procesos unidos en línea. Cada proceso se encuentra asignado mediante un número, desde el 501 hasta el 531.

En la siguiente ilustración se muestra un sinóptico general del proceso completo, que ha sido creado con el programa TIA Portal V15, aunque se explicará más detalladamente en el capítulo 5. A continuación, se procede a nombrar los principales subprocesos, para adquirir una idea general del proceso.

INICIO

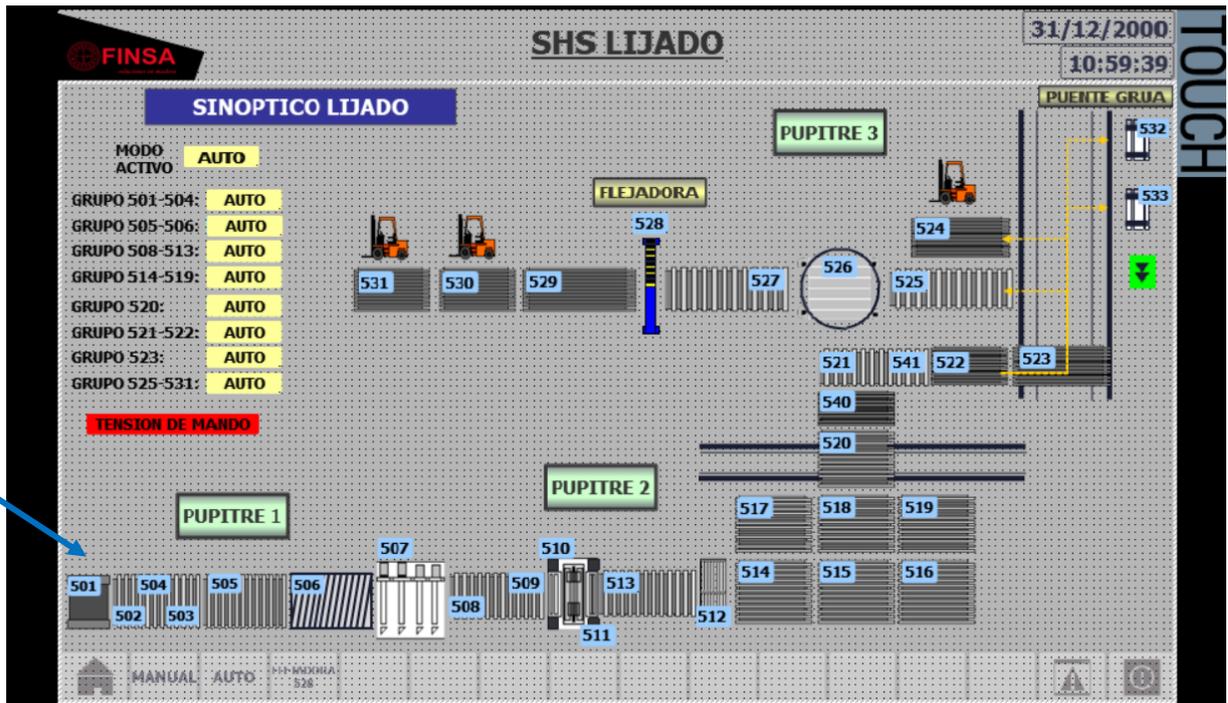


Ilustración 1. Sinóptico línea de producción

- A. 507 - Zona de lijado
- B. 510 - Zona de cortadura
- C. 512 – Zona de canteado
- D. 514 – 519 - Zona de apilado
- E. 520 y 523 – Vagones transportadoras
- F. 528 – Zona de flejado



Ilustración 2. Vista real de la línea de producción

En la ilustración 2, se muestra una vista general del proceso de lijado, en particular, de la zona final del proceso. En el espacio situado en el fondo de la imagen, se desarrollan las tareas de lijado, cortadura y canteado. A medida que nos acercamos, se pueden apreciar las mesas transportadoras hasta alcanzar el proceso de flejado. Mientras tanto, el puente grúa se situaría en nuestra espalda, siendo de referencia la persona que realiza la fotografía.

2.3. Descripción de la máquina flejadora

La flejadora es una máquina compuesta por un arco de flejado anclado al suelo, un brazo robótico con cabezal y un devanador de flejes, cuya función principal es empaquetar las pilas de tableros mediante varios flejes, para su posterior apilamiento en el almacén.

Su funcionamiento consiste en permanecer en reposo, con un fleje cargado, hasta que llegue un paquete de tableros apilado por la mesa de rodillos. Entonces comienza el proceso, donde los tableros se detienen intermitentemente mientras el cabezal de la máquina comienza a realizar diferentes flejados mediante soldadura por resistencia, dependiendo del tamaño de la pila de tableros.



Ilustración 3. Máquina flejadora

Para reproducir el vídeo del funcionamiento del proceso de la máquina flejadora, presione en link siguiente:

[VIDEO FUNCIONAMIENTO FLEJADORA](#)

2.4. Proceso de flejado mediante una Red de Petri

A continuación, se muestra un resumen del proceso de flejado y el funcionamiento de la máquina flejadora. Dicho proceso es complejo y para conseguir un mayor entendimiento se va a realizar una representación gráfica denominada Red de Petri.

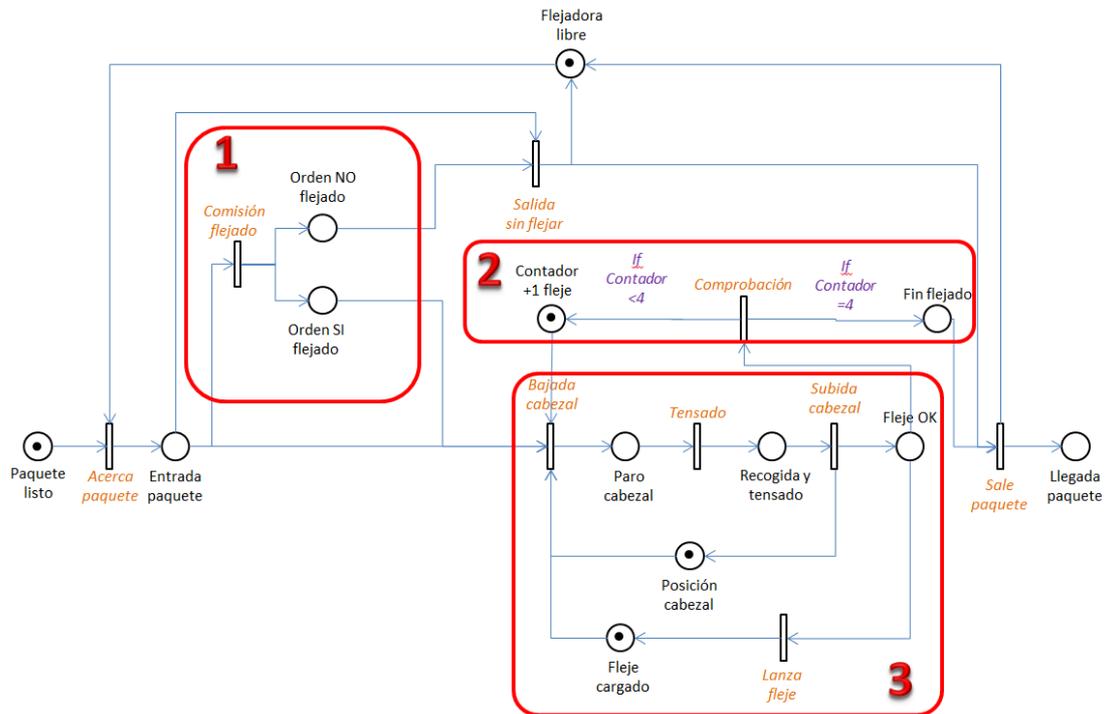


Ilustración 4. Red de Petri del proceso de flejado

La Red de Petri comienza desde el lado izquierdo cuando el paquete se encuentra listo en la mesa de rodillos anterior a la flejadora. Entonces, en caso de encontrarse libre la flejadora, se procede a la entrada del paquete.

Una vez entra el paquete, se realiza el **punto 1**, que anteriormente se ha prefijado si es necesario efectuar el flejado. En caso de ser necesario realizar el flejado, se continúa al **punto 3**, que simboliza el propio proceso de flejado. Mientras tanto, si no es necesario efectuar el flejado, el paquete se dirigiría a la salida de la flejadora.

No obstante, el **punto 2** representa el contador de flejes, ya que hasta que no se realicen los 4 flejados necesarios, la flejadora continúa realizando el proceso cíclicamente. Una vez se cumpla la condición de efectuar correctamente los 4 flejados, finaliza el proceso.

Capítulo 3. MIGRACIÓN DEL SOFTWARE DE LA MÁQUINA FLEJADORA

El propósito de este capítulo consiste en exponer el desarrollo llevado a cabo para realizar la migración del software de la máquina flejadora situada en el proceso de producción.

3.1. Definición de migración

Una migración es un proceso de renovación y actualización tanto del software como del hardware. La evolución de los dispositivos es muy importante en las empresas que llevan en funcionamiento durante muchos años, por eso, es de gran importancia mantenerse constantemente actualizado. Los autómatas recientes son mucho más rápidos, eficaces y capaces de integrar diversos tipos de comunicaciones, lo que hace que sea necesario migrar los dispositivos que con el paso del tiempo se han quedado obsoletos.

3.2. Pasos realizados para la migración del software de la flejadora

A continuación, se va a proceder a exponer, de manera detallada, todo el proceso de migración del software de la máquina flejadora. Es un proceso complejo y variado ya que consiste en recopilar información antigua, que posiblemente no exista o se haya perdido, y posteriormente, trabajar con diferentes softwares simultáneamente para realizar satisfactoriamente la migración.

La presente migración consiste en los siguientes puntos, que posteriormente se profundizará en cada uno de ellos.

- Estudio y recopilación de información acerca del software del autómata S5.
- Migración del software de S5 a STEP S7.
- Mejora y ampliación del código de programación valorando la optimización del sistema.

3.2.1. Software del autómata S5

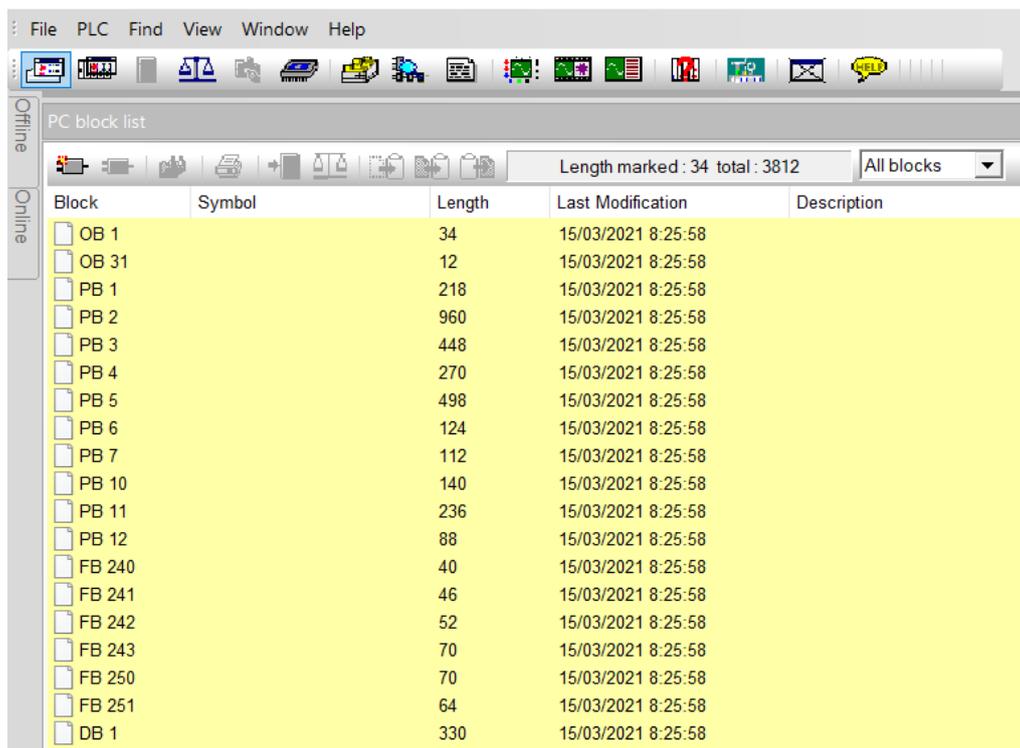
En primer lugar, se recopiló toda la información necesaria acerca del software de la máquina flejadora, que resultó ser una tarea complicada ya que se desconocía la ubicación física del programa.

Posteriormente, fue necesaria la instalación del programa *S5+S7 for Windows*, puesto que es una versión del lenguaje de programación STEP S5 pero compatible para la versión Windows 10 del ordenador de trabajo. Anteriormente, se trabajaba en un portátil muy antiguo con la versión Windows XP pero se encontraba averiado, por eso, fue necesaria la instalación.

A continuación, se estudió el programa STEP S5 y se analizó el código de programación. Esta tarea tampoco fue sencilla, puesto que no existía nada de información acerca del código, debido a que al ser un programa tan antiguo se habían perdido posibles comentarios, nombres de variables, títulos de bloques, etc.

Anteriormente, junto con la máquina flejadora, existía otra máquina de colocación de tacos para el embalaje, pero por decisión de la empresa se decidió prescindir de ella. Esto conlleva a que en el código de programación, no se había eliminado correctamente todo el software referente a la máquina de tacos, lo que aumentaba la dificultad a la hora de comprender y tomar decisiones sobre que bloques de código había que migrar. Además, el hecho de no existir comentarios sobre los bloques y líneas de código, repercutía negativamente a dicha tarea.

Seguidamente, se muestra una imagen del **lenguaje de programación del autómeta S5** al abrirlo con el software STEP S5. Es así como encontramos los diferentes bloques en los que se subdivide el software de la máquina flejadora. Dicho código se compone de dos bloques de organización (OB), diez bloques de programa (PB), seis bloques de funciones (FB) y un bloque de datos (DB).



Block	Symbol	Length	Last Modification	Description
OB 1		34	15/03/2021 8:25:58	
OB 31		12	15/03/2021 8:25:58	
PB 1		218	15/03/2021 8:25:58	
PB 2		960	15/03/2021 8:25:58	
PB 3		448	15/03/2021 8:25:58	
PB 4		270	15/03/2021 8:25:58	
PB 5		498	15/03/2021 8:25:58	
PB 6		124	15/03/2021 8:25:58	
PB 7		112	15/03/2021 8:25:58	
PB 10		140	15/03/2021 8:25:58	
PB 11		236	15/03/2021 8:25:58	
PB 12		88	15/03/2021 8:25:58	
FB 240		40	15/03/2021 8:25:58	
FB 241		46	15/03/2021 8:25:58	
FB 242		52	15/03/2021 8:25:58	
FB 243		70	15/03/2021 8:25:58	
FB 250		70	15/03/2021 8:25:58	
FB 251		64	15/03/2021 8:25:58	
DB 1		330	15/03/2021 8:25:58	

Ilustración 5. Software del autómeta S5

Para ejemplificar y conocer de manera más detallada el software, se muestra a continuación los dos primeros segmentos de código del bloque de función 2 (PB2) en lenguaje KOP.

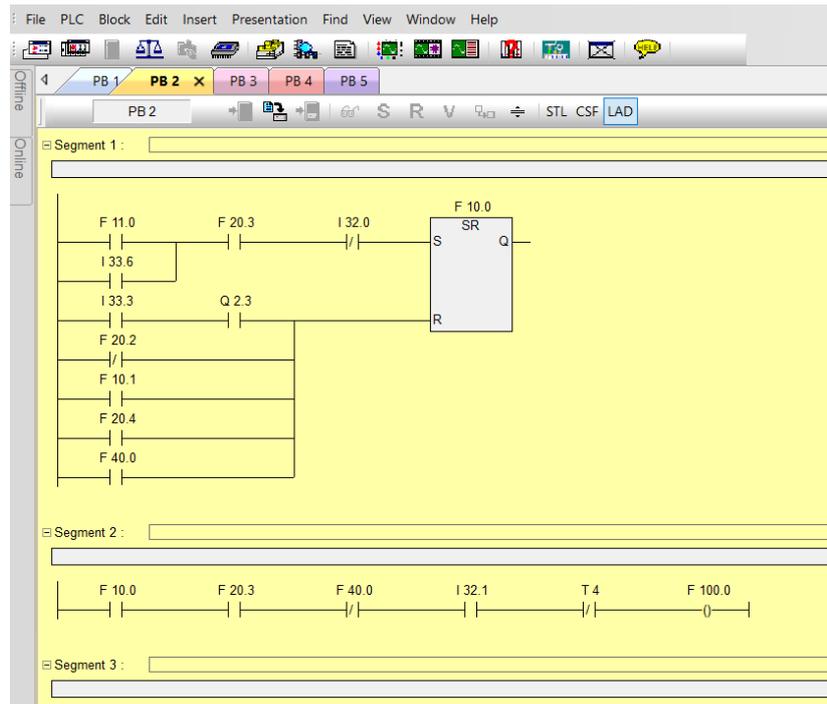


Ilustración 6. Bloque de función del software S5

Como se nombra anteriormente, no existen comentarios ni títulos sobre las variables y elementos del código, lo que dificulta la comprensión y la futura migración del software.

3.2.2. Conversión del software S5 a S7

Seguidamente, se va a proceder a explicar los diferentes pasos que tienen lugar en la conversión del código de programación. Dicha conversión, se realiza a STEP S7, software sucesor de STEP S5, en vez de a TIA Portal V15, debido a que el PLC principal y toda la línea, se encuentran en dicho software.

3.2.2.1. Creación y configuración del software

En primera instancia, se accedió al software STEP S7 y no se creó un proyecto nuevo desde cero. Con motivo de tratarse de una migración a una estación remota perteneciente al PLC principal, el código de programación a migrar debía encontrarse dentro del programa del PLC principal, denominado *Lijado*.

Se realizó una copia del lenguaje de programación principal para poder trabajar paralelamente a él, evitando cualquier problema que ocasionara el paro de la línea.

Una vez abierto el programa *Lijado*, se seleccionan los componentes del hardware. En la ilustración 7 se muestra como se realizó.

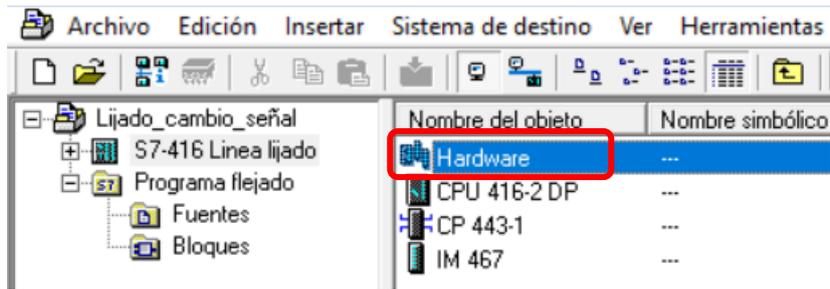


Ilustración 7. Ruta para agregar la ET

En el lado izquierdo de la siguiente imagen, observamos el PLC principal de la línea S7-416 con su correspondiente hardware. El resto de componentes, representa la totalidad del hardware de la línea de producción vinculada al PLC principal.

En particular, existen dos ramas distintas, ambas conectadas independientemente mediante el cableado profibús. En nuestro caso, debemos integrar la ET a la rama PROFIBUS (2).

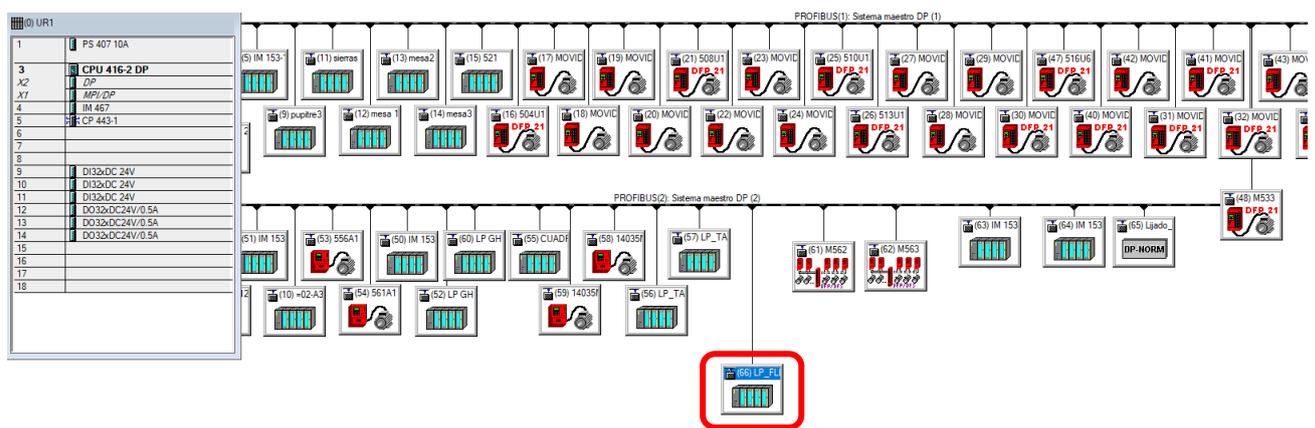


Ilustración 8. Hardware de la línea de producción

A continuación, desde el catálogo, se agrega a dicha rama nuestra ET con las mismas propiedades que el hardware.

Una vez seleccionada, es necesario configurarla. Para ello, entramos en el menú de propiedades y buscamos una estación libre. Se escoge la dirección de estación 66 como se muestra en la imagen 9.

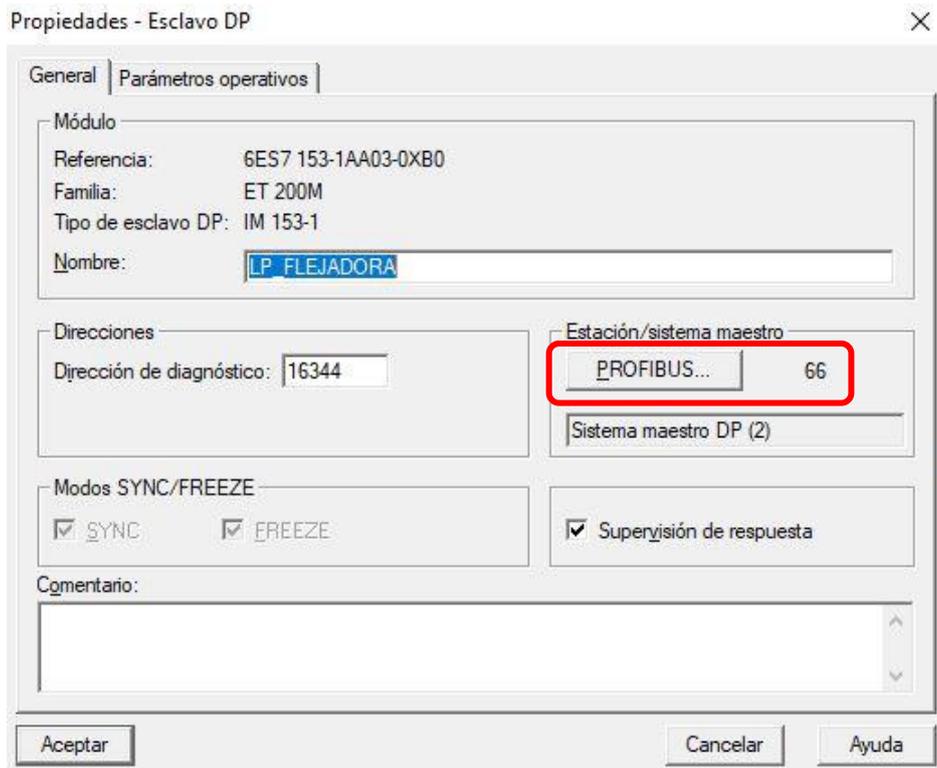


Ilustración 9. Propiedades de la estación remota

3.2.2.2. Selección del módulo de entradas y salidas

Posteriormente, es necesario introducir los módulos de entradas y salidas que se instalarán vinculados a la ET. En primer lugar, se agregan los módulos desde el catálogo fijandonos en que ambos coincidan con la referencia de los módulos físicos, así evitaremos que se produzca error de comunicación. En segundo lugar, se tiene que asignar direcciones libres a la ET tanto de entradas como de salidas. En este caso, para el módulo de entradas digitales, reservamos 8 bytes (32 bits) desde la E162.0 hasta la E165.7. Sin embargo, para las salidas digitales, al necesitar sólo 2 bytes (16 bits), reservamos desde la A88.0 hasta la A89.7.

Slot	Módulo	Referencia	Dirección E	Dirección S
4	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0	162...165	
5	DO16xRel. AC120V/230V	6ES7 322-1HH01-0AA0		88...89
6				

Ilustración 10. Módulos de entradas/salidas de la estación remota

La ilustración 10 muestra el módulo de entradas digitales (DI) y el módulo de salidas digitales (DO) una vez agregados a la ET.

3.2.2.3. Creación de la estructura del programa

En este apartado, se realiza la creación de todos los bloques del programa, que anteriormente se encontraban en el software S5. Para trabajar de manera paralela al PLC principal, ya que los bloques a crear deben permanecer dentro de su estructura, se crea un nuevo programa en el que se realiza la migración de software S5 como se muestra en la imagen 11. Así, se elimina cualquier problema que pueda ocasionar la detención del autómeta.

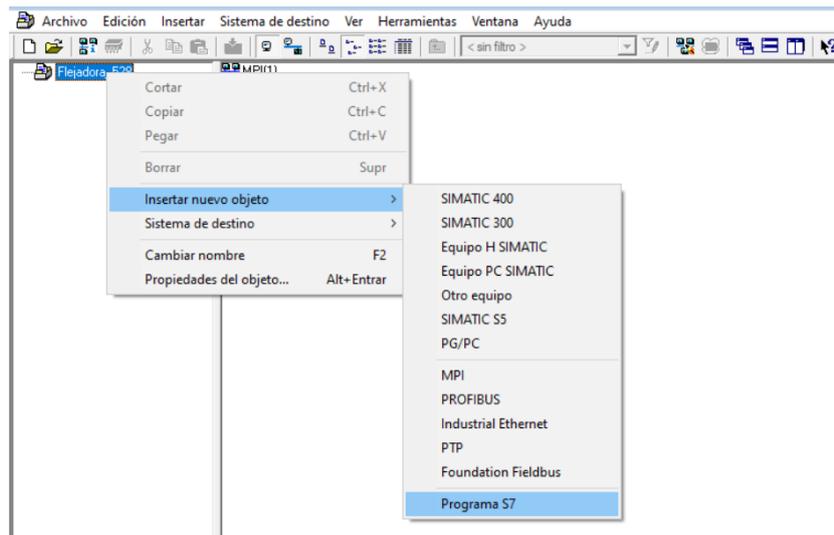


Ilustración 11. Creación del programa en STEP S7

Más tarde, se crean de nuevo todos los bloques pero debido a que en el programa de S5 existían bloques inactivos, tras una larga comprensión y análisis individual, se consigue eliminar los bloques que actualmente no son necesarios para el proceso de flejado.

Como la migración de la estructura se realiza dentro del programa del PLC principal, es necesario localizar varias direcciones libres para crear los nuevos bloques de función. Al existir multitud de bloques, se ha decidido crearlos desde la dirección libre 580 hasta la 587 y el bloque de datos en la dirección libre 1100.

En definitiva, los bloques necesarios para el funcionamiento del proceso son los siguientes:

- 1 bloque de organización (OB)
- 8 diez bloques de funciones (FB)
- 1 bloque de datos (DB).

Nombre del objeto	Nombre simbólico	Lenguaje
OB1		KOP
FB580	MANUAL-AUTO/ FLEJAD 528	KOP
FB581	PROCESO FLEJADORA 528	KOP
FB582	TIEMPOS TENSADO FLEJ 528	KOP
FB583	INDICADOR/FALLOS/FLEJ528	KOP
FB584	TEMPORIZ PROGR /FLEJ528	KOP
FB585	DEVANADOR/ FLEJADORA 528	KOP
FB586	CONTADORES FLEJADORA 528	KOP
FB587	PASOS FLEJADORA 528	KOP
DB1100	DATOS FLEJADORA	DB

Ilustración 12. Estructura del software en STEP S7

La ilustración 12 representa la nueva estructura del software. Se puede observar en relación con la estructura del software de S5 (Ilustración 5. Software del autómat S5), la gran mejora que se ha realizado. Por un lado, la optimización de la estructura, eliminando los bloques en desuso que pertenecían a la anterior máquina de tacos. Por otro lado, una mayor legibilidad y claridad gracias a la denominación de cada FB, que repercutirá positivamente a la rapidez de búsqueda en un futuro.

3.2.2.4. Migración del bloque de organización (OB)

Es el bloque principal del programa o main loop, el cual se ejecuta de manera cíclica y en él se realizan las llamadas a los bloques de funciones (FB). El lenguaje que se ha utilizado para la programación de este bloque ha sido mediante AWL.

Se encuentra formado por los siguientes segmentos:

```

Segm. 1 : MAIN
UC      "MARCHA/MANUAL-AUTO/PROG"    FB580
UC      "PROCESO FLEJADO"             FB581
UC      "TIEMPOS TENSADO"             FB582
UC      "INDICADORES / FALLOS"        FB583
UC      "TEMPORIZ PROG/TRANSPORT"     FB584
UC      "MANDO DEVANADOR"             FB585
UC      "CONTADORES FLEJADAS"         FB586
UC      "PASOS FLEJADO"               FB587
    
```

Ilustración 13. Lenguaje de programación del bloque OB

Mediante la instrucción UC se consigue llamar a la función correspondiente en cada caso, por esta razón, utilizamos dicha instrucción en todos los bloques de funciones.

Es esencial recordar que el segmento, una vez realizada completamente la migración, es necesario añadirlo al OB del PLC principal. Así evitamos la detención del autómat, puesto que no reconocería los bloques de función que aún no han sido creados.

3.2.2.5. Migración de los bloques de funciones (FB)

En los bloques de funciones encontramos los diferentes segmentos de programación que serán ejecutados por el sistema de automatización. El lenguaje que se ha utilizado para la programación es mediante esquema por contactos o lenguaje KOP, distribuida en diferentes segmentos con la finalidad de estructurar el código, facilitando su entendimiento y legibilidad.

El **proceso de migración** del código de programación en su totalidad, consiste en varias tareas que se exponen a continuación:

1. La primera tarea consiste en introducir idénticamente todas y cada una de las funciones y elementos, pero basándose en las nuevas características, comandos e instrucciones que diferencian al programa STEP S7. Dicha tarea resulta muy duradera y monótona, pero desempeña el objetivo de aumentar el aprendizaje y obtener una mayor destreza con relación al software STEP 7.
2. Por consiguiente, la segunda tarea reside en la creación de una tabla de símbolos, es decir, la denominación de todas funciones y elementos que componen el código de programación. La tarea consistía en designar la dirección libre, el tipo de dato y un comentario correspondiente a cada elemento individualmente. En el punto 1.2. del Anexo 2, se muestra la tabla de símbolos nombrada.

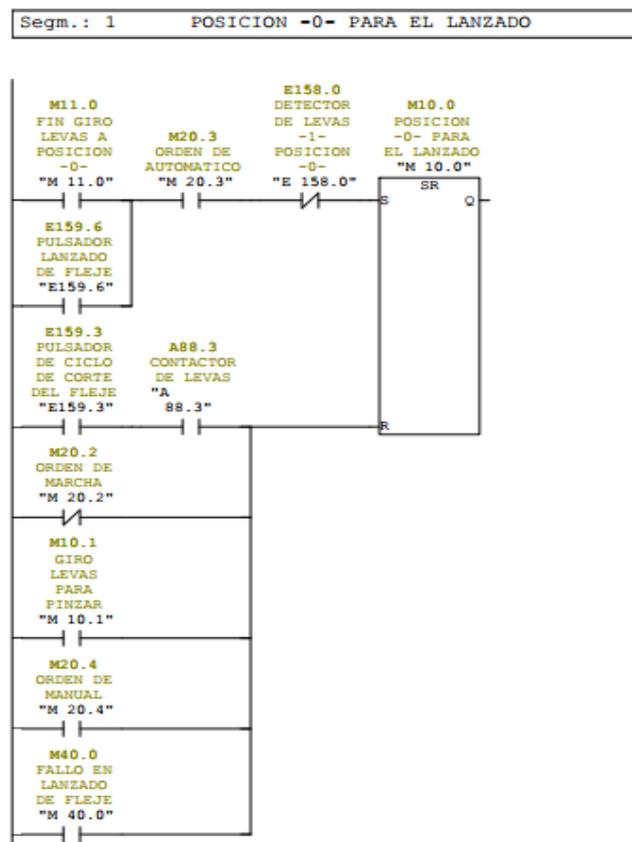


Ilustración 14. Segmento del software en S7

Para ejemplificar lo nombrado anteriormente, la imagen 14 representa el mismo segmento que se mostraba en la Ilustración 6. Bloque de función del software S5, pero después de realizar la migración al software STEP 7. Se considera una gran mejora, ya que se reflejan los dos apartados anteriores, consiguiendo una mayor legibilidad y entendimiento.

3.2.2.6. Análisis de los bloques de funciones (FB)

En relación con el apartado anterior, se expone a continuación una breve descripción sobre la función principal de cada FB, debido a la extensión del código de programación. Posteriormente, en los apartados siguientes, se profundizará y explicará de manera más detallada, algunos de los bloques más importantes. Por otro lado, el código al completo se encuentra en el Anexo 1.

- **FB1:** En el primer bloque de función encontramos diferentes segmentos sobre órdenes de marcha y órdenes relacionadas con los modos manual y automático de la máquina flejadora.
- **FB2:** El segundo bloque de función es el más extenso. En él existen 47 segmentos diferentes sobre el proceso completo de flejado y sus correspondientes pasos auxiliares.
- **FB3:** En el tercer bloque de función se reflejan los distintos tiempos de tensado.
- **FB4:** El cuarto bloque trata sobre los indicadores leds e indicadores de fallo.
- **FB5:** En el quinto bloque encontramos los temporizadores de los cuatros diferentes programas de flejado, memorias del primer y último flejado y órdenes de avance de las dos mesas transportadoras.
- **FB6:** El sexto bloque trata sobre el proceso del devanador de flejes.
- **FB7:** El séptimo bloque representa los contadores de los flejes realizados en su totalidad y por paquete.
- **FB8:** Por último, en el octavo bloque se lleva a cabo los diversos pasos de flejado que se mostrarán en la pantalla de visualización.

3.2.2.7. Creación del bloque de datos (DB)

Este bloque sirve para almacenar los datos del programa. En él se encuentran las distintas variables con las que se trabaja en la implementación de la pantalla de visualización. Esto es necesario puesto que, dicha pantalla se realiza en otro software diferente denominado TIA Portal V15.1.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	SELECTOR_MANUAL_AUTO	BOOL	FALSE	Selector Manual o Automatico
+2.0	TENSADO	REAL	4.000000e+000	Variable de 0 a 15 para los 16 tiempos de tensado
+6.0	TIEMPO_TENSADO	SSTIME	SST#0MS	Tiempos de tensado
+8.0	MARCHA	BOOL	FALSE	Pulsador marcha
+8.1	CICLO	BOOL	FALSE	Pulsador ciclo de corte de fleje
+8.2	DESCONECTADO	BOOL	FALSE	Pulsador desconectado
+8.3	DEVANADOR	BOOL	FALSE	Pulsador devanador en manual
+8.4	LANZADO_FLEJE	BOOL	FALSE	Pulsador lanzado del fleje
+8.5	PROGRAMA1	BOOL	TRUE	Pulsador Programa 1
+8.6	PROGRAMA2	BOOL	FALSE	Pulsador Programa 2
+8.7	PROGRAMA3	BOOL	FALSE	Pulsador Programa 3
+9.0	PROGRAMA4	BOOL	FALSE	Pulsador Programa 4
+10.0	TIEMPO_PROGRAMA1	SSTIME	SST#0MS	Tiempos de programa 1
+12.0	TIEMPO_PROGRAMA2	SSTIME	SST#0MS	Tiempos de programa 2
+14.0	TIEMPO_PROGRAMA3	SSTIME	SST#0MS	Tiempos de programa 3
+16.0	TIEMPO_PROGRAMA4	SSTIME	SST#0MS	Tiempos de programa 4
+18.0	PASO_SIN_FLEJAR	BOOL	FALSE	Selector de programa paso sin flejar
+18.1	AVANCE_TRANSPORTE1	BOOL	FALSE	Selector avance transporte 1 (Mesa rodillos 1481)
+18.2	RETROCESO_TRANSPORTE1	BOOL	FALSE	Selector retroceso transporte 1 (Mesa rodillos 1481)
+18.3	AVANCE_TRANSPORTE2	BOOL	FALSE	Selector avance transporte 2 (Mesa rodillos 1480)
+18.4	RETROCESO_TRANSPORTE2	BOOL	FALSE	Selector retroceso transporte 2 (Mesa rodillos 1480)
+18.5	INDICA_MOV_TRANSP1	BOOL	FALSE	Indicador movimiento transporte 1
+18.6	INDICA_MOV_TRANSP2	BOOL	FALSE	Indicador movimiento transporte 2
+18.7	BAJADA_CABEZAL	BOOL	FALSE	Bajada y subida del cabezal para flejado
+19.0	DEVANADOR_LLENO	BOOL	FALSE	Indicador devanador lleno
+19.1	CABEZAL_CONTACTO	BOOL	FALSE	PASO: CABEZAL EN CONTACTO CON EL PALET
+19.2	LANZADO_FLEJE_ARCO	BOOL	FALSE	PASO: DEL LANZADO DEL FLEJE POR EL ARCO
+19.3	CELULA_PRESENCIA	BOOL	FALSE	CELULA PRESENCIA DETECTA SI LLEGA PAQUETE
+19.4	RECOGIDA_Y_TENSADO	BOOL	FALSE	PASO: RECOGIDA Y TENSADO DEL FLEJE
+19.5	INDICADOR_DESCONECTADO	BOOL	FALSE	Indicador de Desconectado activado
+19.6	INDICADOR_EMERGENCIA	BOOL	FALSE	Indicador de Emergencia activado
+19.7	FLEJADO_MANUAL	BOOL	FALSE	Pulsador de flejado manual
+20.0	COMUNICA_PLC	BOOL	TRUE	Comunicacion PLC-HMI
+20.1	FOTOCELULA_147	BOOL	FALSE	FOTOCELULA 147 (TRANSP1)
+20.2	LLEGADA_FLEJE_ARCO	BOOL	FALSE	LLEGADA DEL FLEJE POR EL ARCO
+20.3	FLEJE_LLEGA_PASO	BOOL	FALSE	PASO: LLEGADA DEL FLEJE POR EL ARCO
+20.4	CABEZAL_BAJA_PASO	BOOL	FALSE	PASO: Bajada cabezal para flejado
+20.5	FALLO_LANZADO_FLEJE	BOOL	FALSE	FALLO LANZADO FLEJE
+20.6	FALLO_TENSADO	BOOL	FALSE	FALLO TENSADO FLEJE
+20.7	FALLO_DEVANADOR	BOOL	FALSE	FALLO DEVANADOR
+21.0	FALLO_GENERAL	BOOL	FALSE	FALLO GENERAL
+21.1	FALLO_GIRO_LEVAS	BOOL	FALSE	FALLO GIRO DE LEVAS
+22.0	CONTADOR_FLEJADAS_TOTAL	REAL	0.000000e+000	CONTADOR FLEJADAS TOTAL
+26.0	CONTADOR_FLEJADAS_FAQ	REAL	0.000000e+000	CONTADOR FLEJADAS POR PAQUETE
+30.0	FOTOCELULA_149	BOOL	FALSE	FOTOCELULA 149 (TRANSP2)
=32.0		END_STRUCT		

Ilustración 15. Bloque de datos DB1100

En la ilustración 15, podemos observar las diferentes variables creadas que serán utilizadas tanto en las FBs del software STEP S7 como en la pantalla de visualización creada en TIA Portal V15.1.

Encontramos diferentes tipos de datos que son los siguientes:

- Las variables tipo **BOOL** pueden tener los valores TRUE y FALSE y se reserva un byte, o lo que es lo mismo, 8 bits de espacio en la memoria.
- Las variables tipo **REAL** son tipos de coma flotante, es decir, representan números racionales. El espacio de memoria que ocupan es de 32 bits.
- Las variables **SSTIME** son un tipo de temporizador para la representación de valores de tiempo. El espacio de memoria que ocupan es de 16 bits. (Schneider, 2021)

3.2.3. Mejoras realizadas en el código de programación

El propósito de este apartado se basa en la mejora durante el proceso de migración del software. A continuación, se representan una serie de puntos que simbolizan las diferentes mejoras realizadas en el código de programación.

1- Sustitución del código para la tensión del fleje ajustable.

En el hardware del PLC S5 se localizaba un selector de tensión de 4 bits, donde cada bit se conectaba a su entrada digital correspondiente. En el panel de control se seleccionaba la tensión deseada y, en consecuencia, a dicha tensión le corresponde una combinación de 4 bits (en total 16 combinaciones), que posteriormente activaba la entrada digital correspondiente. En la siguiente ilustración se muestra el esquema eléctrico del selector de tensión.

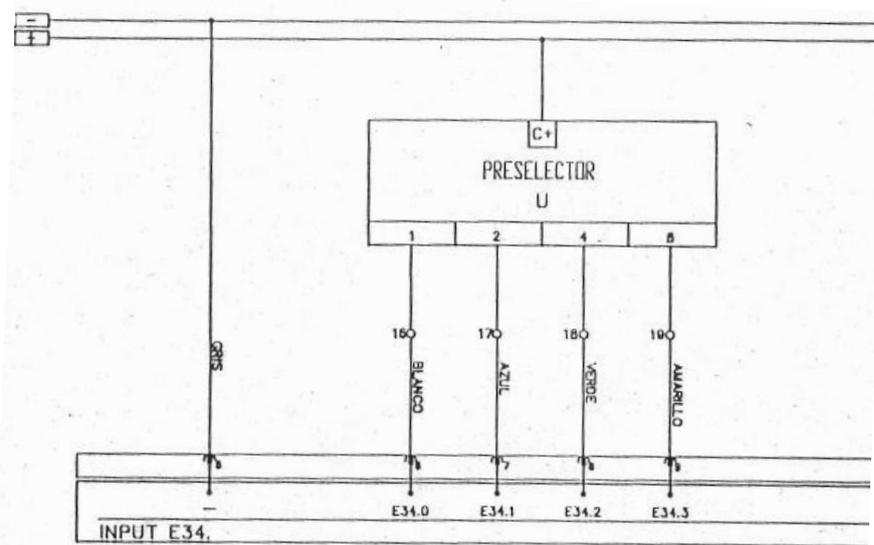


Ilustración 16. Plano del selector de tensión

En el código de programación, se encontraban todas las combinaciones y dependiendo de las entradas que se activaban, encendía un temporizador con un tiempo determinado para cada caso. Para ejemplificar, la ilustración 17 muestra 2 de las 16 combinaciones posibles.

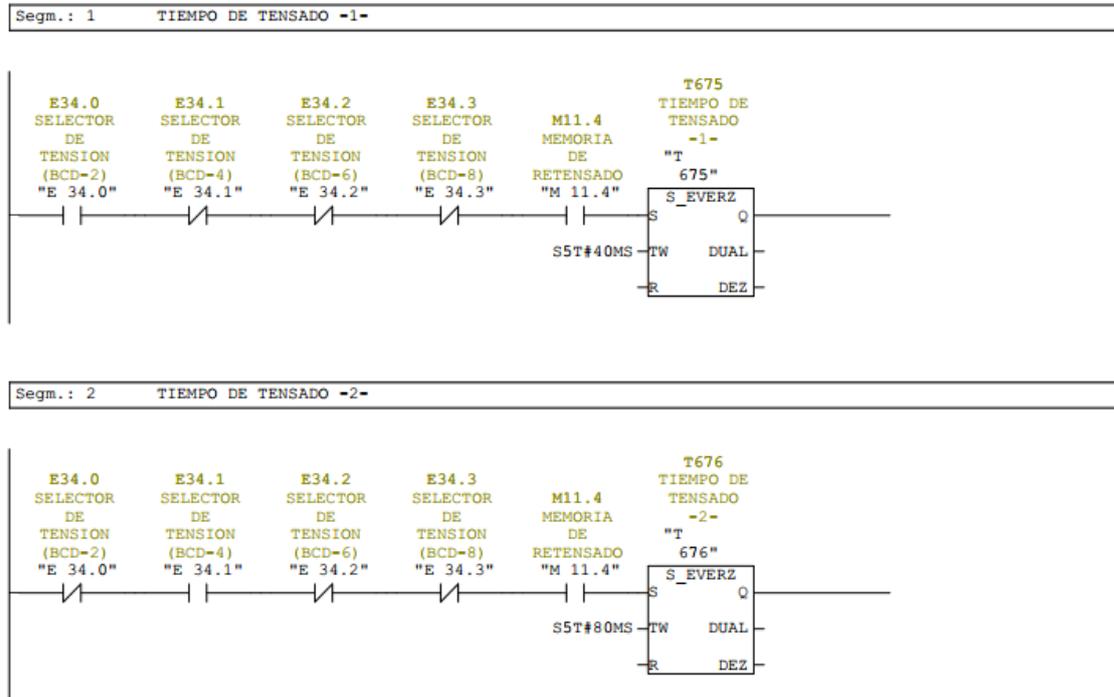


Ilustración 17. Mejora realizada para los tiempos de tensado.

El cambio se produce al tener que eliminar el selector de tensión del hardware e implementarlo en la pantalla táctil de visualización. Para ello, mediante TIA Portal V15, se diseña en la pantalla de visualización una entrada que el operario pueda ajustar manualmente, un rango de tensado del 0 al 15 y, en consecuencia, muestre en una variable de salida en la pantalla, el tiempo de tensado correspondiente.

La imagen siguiente representa la implantación nombrada en la pantalla de visualización mediante TIA Portal V15. No obstante, la imagen se desarrolla profundamente en el capítulo 4, simplemente se expone para observar su implantación y relación con la pantalla de visualización.



Ilustración 18. Implantación tiempos de tensado en visualización

La mejora realizada en el código del programa ha sido la siguiente:

- En primer lugar, se ha limitado el valor máximo y mínimo puesto que, en caso de introducir un valor superior o inferior al permitido, se rectifique dicho valor automáticamente, evitando así, la detención del autómatas ante un colapso del código.

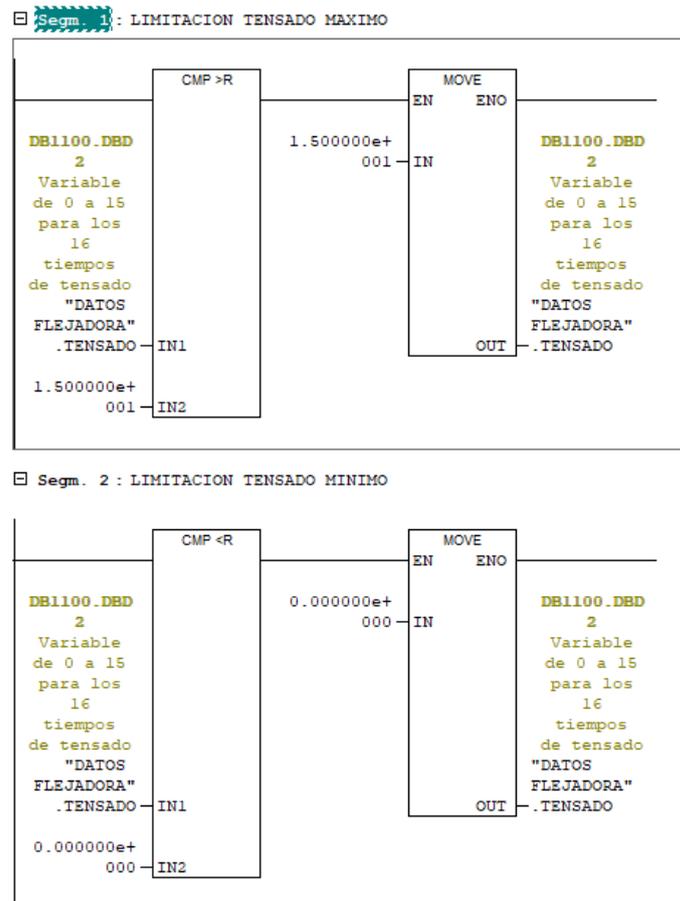


Ilustración 19. Código para limitación de tiempos de tensado

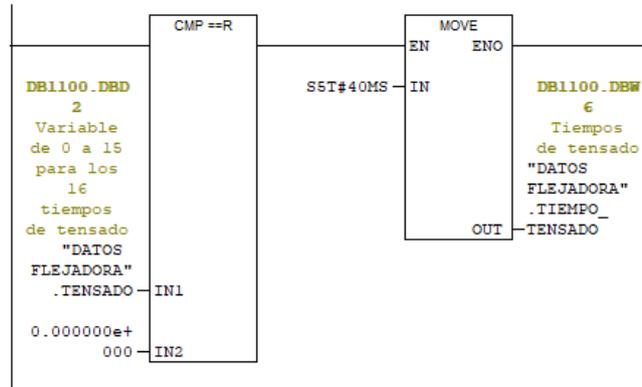
La ilustración 19 muestra la mejora nombrada anteriormente. Se observa como la operación de comparación (CMP) compara si es mayor o menor el valor real con el introducido por el operario y, en caso de cumplirse la operación, se asigna el valor límite correspondiente a la misma variable.

- En segundo lugar, se programan los 16 diferentes tiempos de tensado, comparando cada valor real con el introducido. Después, se asigna a la variable correspondiente, un tiempo de tensado determinado dependiendo del caso.

La imagen 20 muestra los dos primeros casos. En caso de introducir un 0, se asigna un tiempo de tensado de 40ms. Si introducimos un 1, se asigna un tiempo de tensado de 80ms. De esta manera, continuamos hasta el valor 15 que asignaríamos un tiempo de 1.5s.

Segm. 3 : TIEMPO TENSADO SELECCION 0

Tenemos 16 diferentes tiempos de tensado que varían en función de la selección de tensión.



Segm. 4 : TIEMPO TENSADO SELECCION 1

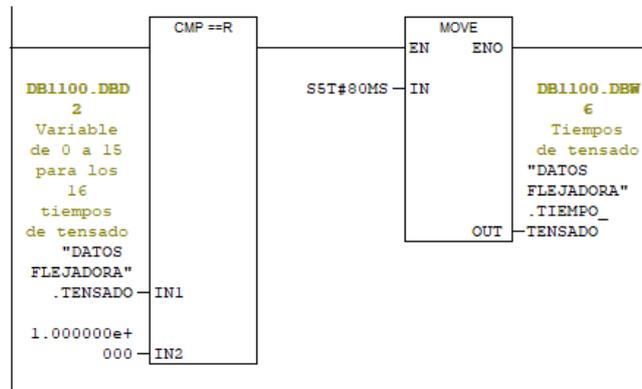


Ilustración 20. Código de combinaciones para tiempos de tensado

- Finalmente, creamos un temporizador cuyo valor de temporización sea la variable de los 16 tiempos de tensado. Una vez transcurrido dicho tiempo se activa un bit de memoria denominado fin de tensado (Ilustración 21).

Segm. 19 : FLEJADORA: TIEMPO TENSADO

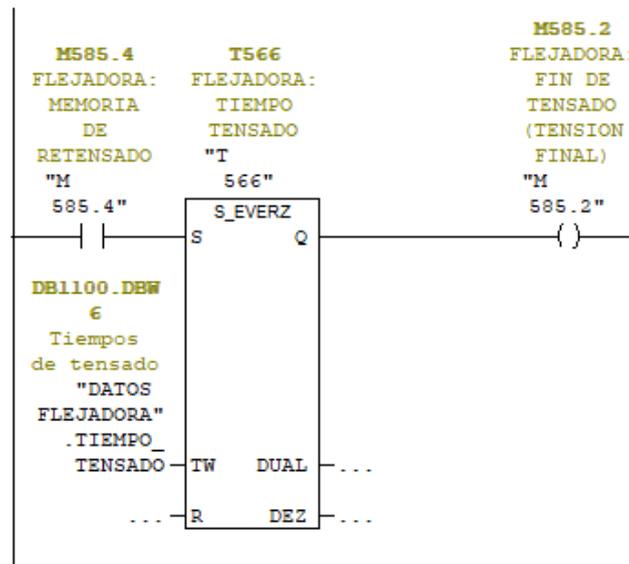


Ilustración 21. Código final de tiempos de tensado

2- Sustitución de cuatro temporizadores físicos a la pantalla de visualización.

En el código del programa, se sustituyen las salidas digitales correspondientes a los temporizadores físicos (desde la A162.0 hasta la A162.3) por cuatro operaciones de temporización. Cada temporizador tiene una variable de entrada con la que introduciremos los tiempos deseados en cada programa. En la siguiente ilustración se representa el código de un único programa, puesto que los tres restantes son similares pero cada uno con sus correspondientes variables.

El segmento superior 6, muestra cómo se encontraba anteriormente programado el temporizador 1 en el autómata S5 y, posteriormente, ha sido sustituido por el segmento inferior 7.

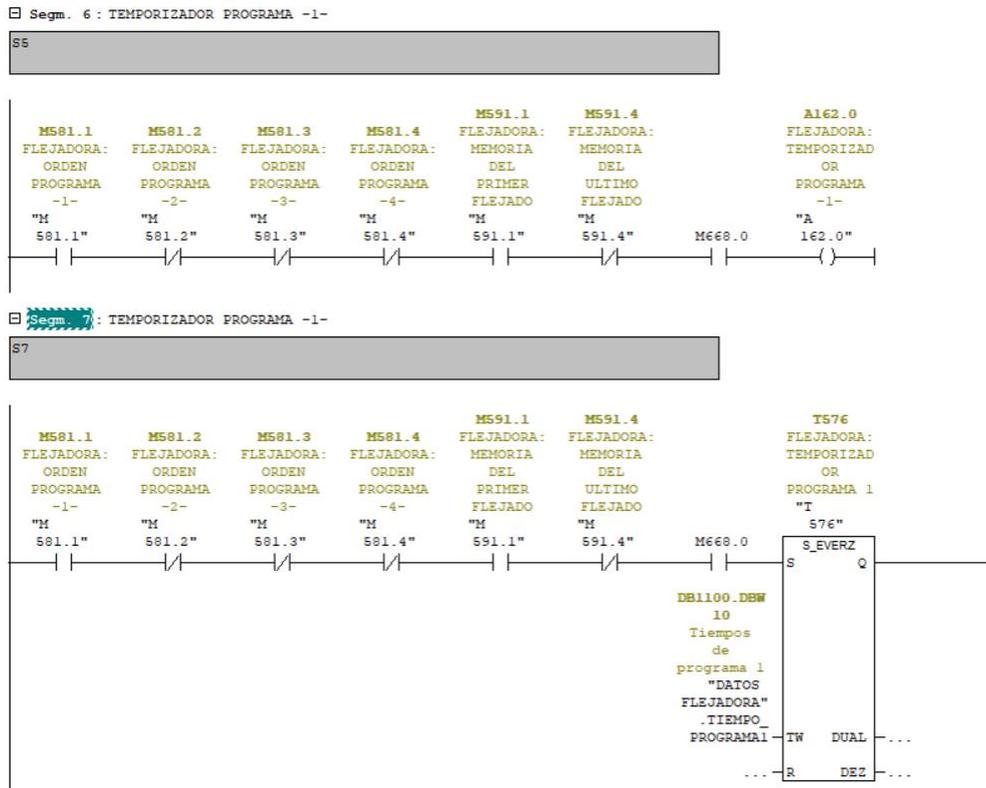


Ilustración 22. Código para sustitución de temporizadores

Este cambio supone una gran facilidad para el operario, ya que mediante la pantalla de visualización puede guardar cuatro tiempos que desee en cada programa y, posteriormente, seleccionar el programa que más convenga en el proceso de producción. La ilustración 23, representa la implantación nombrada en la pantalla de visualización mediante TIA Portal V15.

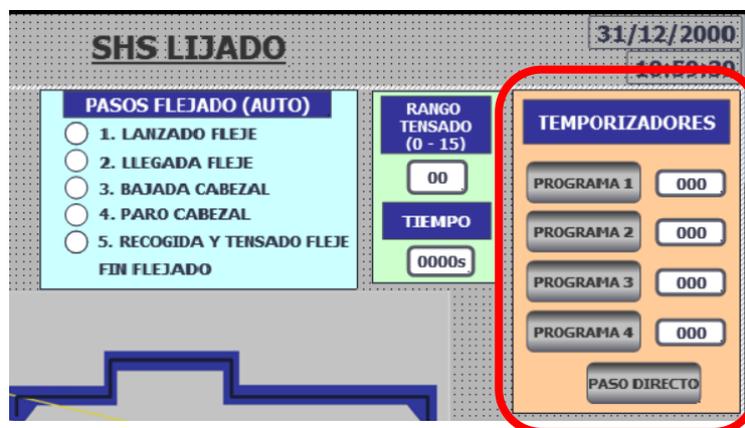


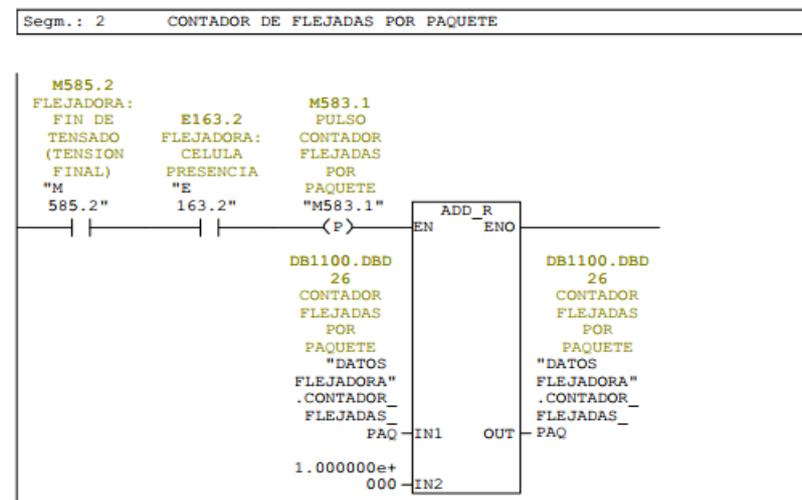
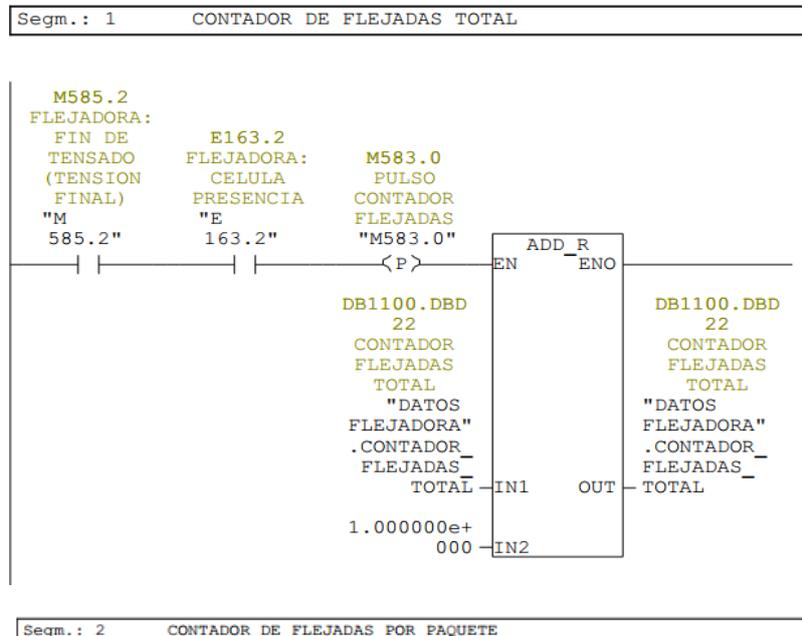
Ilustración 23. Implantación de temporizadores en visualización

3- Mejora del código de programación del contador de flejadas

Otro cambio innovador fue la mejora del código de programación del contador de flejadas, es decir, los flejes realizados por la máquina flejadora.

Anteriormente, en el programa de S5, para realizar un contador de nueve dígitos eran necesarios tres contadores independientes ya que la longitud máxima de la variable era hasta 999. Una vez llegado a ese límite, se reseteaba la variable y se sumaba el valor 1 a otra variable. Así se conseguía un valor de nueve dígitos mediante tres contadores.

Posteriormente, con el programa STEP S7 se eliminaba la restricción de longitud de las variables. En este sentido, se decide reprogramar los contadores de nuevo, de una forma más sencilla y legible.



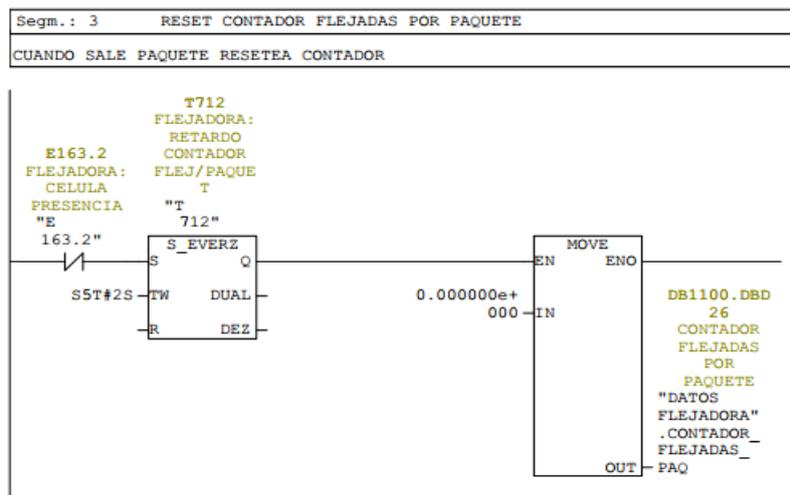


Ilustración 24. Código del contador de flejadas

En la ilustración 24 se muestra la nueva programación de dos diferentes contadores, divididos en tres segmentos.

El primer segmento representa un contador del número total de flejados que se han ejecutado. Cuando se efectúa un flejado, se envía un pulso a la función sumatoria, encargada de añadir 1 a la variable del recuento total, siempre que permanezca activada la célula de presencia, advirtiendo que se encuentra el paquete en la flejadora.

El segundo segmento representa otro contador, anteriormente inexistente, pero en este caso, simboliza los flejados que se realizan en cada paquete. El código es similar al primero, sin embargo, Una vez finalizado el flejado, se resetea dicho contador dejando un pequeño tiempo de 2s para la salida del paquete, por ahí que se utilice un temporizador.

4- La implementación del proceso de flejado en la pantalla de visualización.

Esta mejora es una innovación que anteriormente no existía, debido a la inexistencia de la pantalla de visualización. La finalidad es puramente visual, para que el operario tenga conocimiento del estado del proceso de flejado. El motivo es la multitud de ocasiones que el proceso de flejado fallaba o se detenía, siendo la causa una incertidumbre. De esta manera, se simplifican las dudas con un simple vistazo a la pantalla de visualización.

El proceso de flejado se divide en cinco diferentes pasos, cuando la máquina flejadora se encuentra en modo automático.

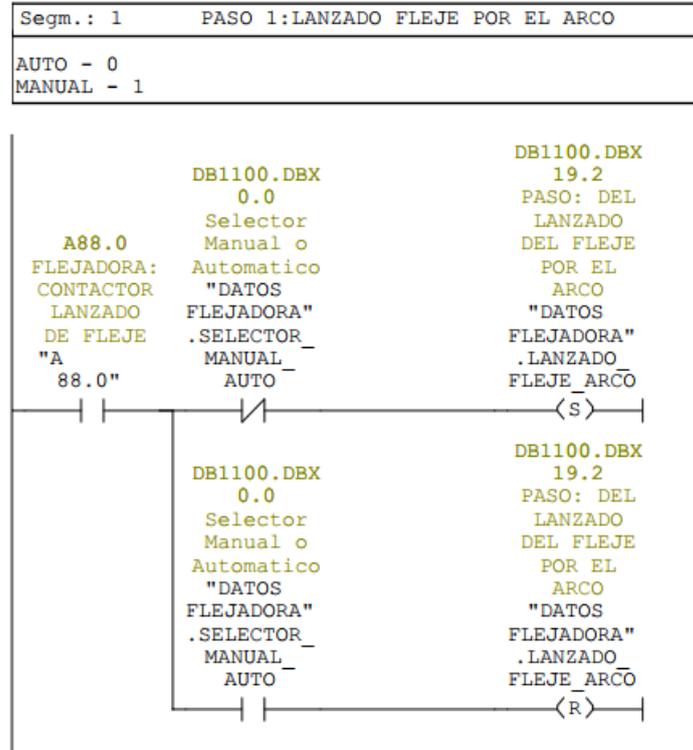


Ilustración 25. Código del primer paso del proceso flejado

La ilustración 25 representa el primer segmento a modo de ejemplo, debido a la similitud de los demás. El código consiste en que cuando se active la entrada o salida correspondiente (en este caso la salida A88.0) y estemos en el modo automático, se activará el bit correspondiente del bloque de datos (línea superior). En caso de que cambiemos al modo manual se producirá el caso opuesto, ya que se reseteará el bit nombrado. Finalmente una vez se complete el proceso de flejado se resetearán todas las variables utilizadas del bloque de datos para el siguiente ciclo como se muestra en la siguiente imagen.

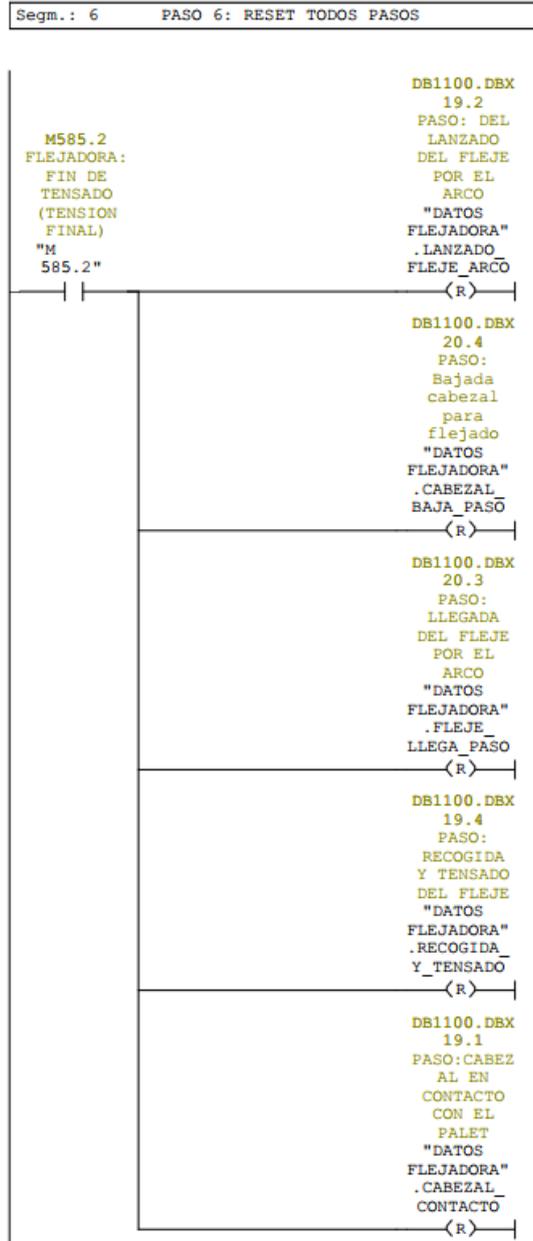


Ilustración 26. Código reseteo de pasos flejado

La ilustración 27, representa la implantación nombrada en la pantalla de visualización mediante TIA Portal V15. En definitiva, se iluminan los círculos blancos de color verde a medida que avanza el proceso de flejado y, por el contrario, en caso de detención o fallo se muestra de color rojo el paso donde se haya detenido.



Ilustración 27. Implantación de pasos del proceso en visualización

5- Sustitución de variables de E/S del panel de mandos a variables en el software.

Por último, y no menos importante, se ha realizado la sustitución de todas las variables de entradas y salidas que se utilizan en el panel de mandos, y no van a ser necesarias tras la implantación de la pantalla táctil, por variables en el DB1100. El motivo se debe a la migración del panel de control por la pantalla táctil de visualización, lo que conlleva, la eliminación de los componentes del hardware.

Capítulo 4. MIGRACIÓN DEL HARDWARE DE LA MÁQUINA FLEJADORA

En este capítulo se va a realizar una descripción de todos los componentes del hardware durante el proceso de migrado y, posteriormente, se expone la creación de los planos eléctricos de la máquina flejadora. Finalmente, se expondrá la sustitución e instalación del hardware.

4.1. Descripción del hardware de la máquina flejadora

La descripción del hardware con el que anteriormente funcionaba la máquina flejadora se divide en los siguientes apartados:

- Autómata S5-95U
- Módulos de entradas y salidas digitales
- Panel de control

Todos los elementos que componen el hardware se encuentran ubicados en el interior de un pequeño cuadro eléctrico industrial, situado en la parte exterior del proceso de flejado.

4.1.1. Autómata S5-95U

La gestión y control de los procesos de flejado se ejecutan mediante el autómata SIMATIC S5-95U. Este autómata es de los únicos que aún se encuentran en la empresa y actualmente continúa en funcionamiento, no obstante, se ha decidido sustituirlo debido a su antigüedad. La siguiente ilustración muestra los elementos que integran dicho autómata.

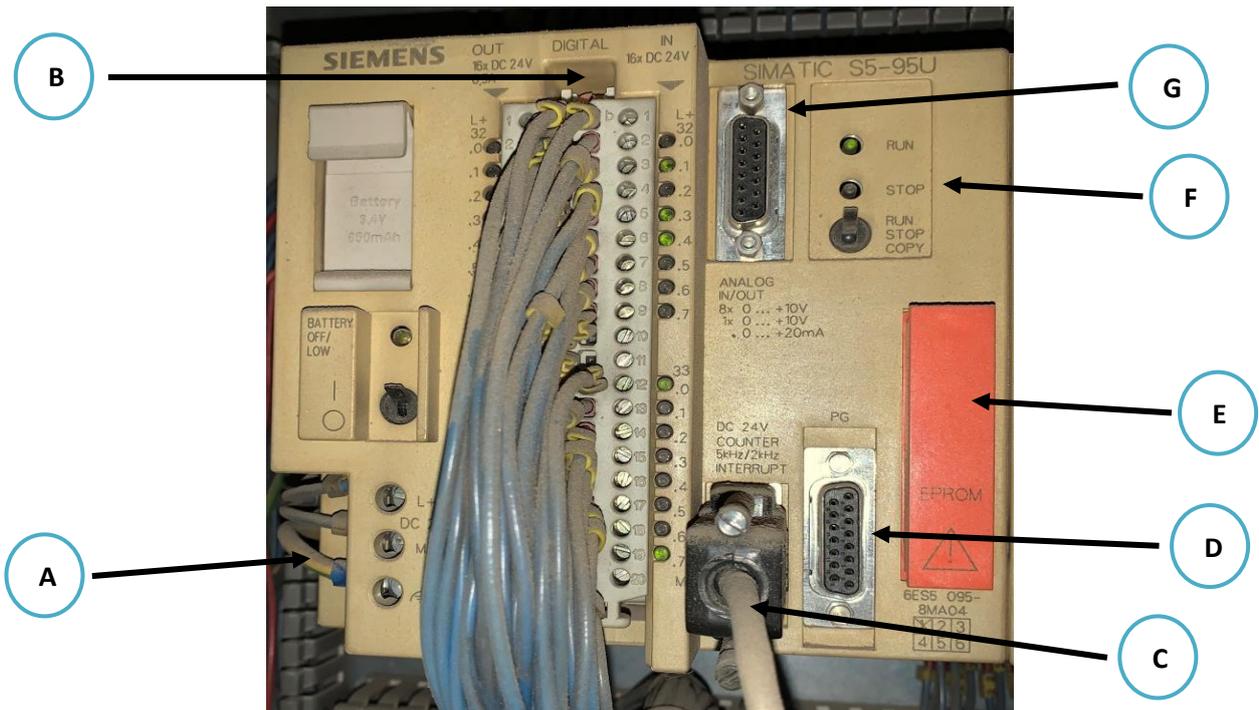


Ilustración 28. SIMATIC S5-95U

- A. La fuente de alimentación se encuentra conectada directamente a una tensión de 24V DC.
- B. Periferia digital integrada (16xDI y 16xDO)
- C. Conector hembra destinado a entradas de alarma y de contador.
- D. Puerto hembra de programación PG
- E. Receptáculo para cartucho de memoria EPROM.
- F. Selector de modo e indicadores led.
- G. Conector hembra para entradas y salidas analógicas. (Simatic, 2021)

4.1.2. Módulos de entradas y salidas digitales

El módulo de entradas y salidas se encarga de controlar las señales de E/S de todos los actuadores o sensores de la máquina flejadora mediante un cableado.



Ilustración 29. Módulo de entradas/salidas del autómatas S5

- A. E0: Módulo de entradas digitales DI 8x24VDC
- B. E1: Módulo de entradas digitales DI 8x24VDC
- C. A2: Módulo de salidas digitales DO 4x30VDC/230VAC
- D. A3: Módulo de salidas digitales DO 4x30VDC/230VAC
- E. A4: Módulo de salidas digitales DO 4x30VDC/230VAC



Ilustración 30. Módulo extra entradas digitales

- A. Módulo extra de entradas digitales DI 16x24VDC

4.1.3. Panel de control

El panel de control o mesa de mandos, tiene como finalidad el manejo de la máquina flejadora. Actualmente, los operarios se encargan de controlar el proceso de flejado mediante este sistema de pulsadores y selectores. A continuación, se describe la funcionalidad de los elementos que componen el panel de control.

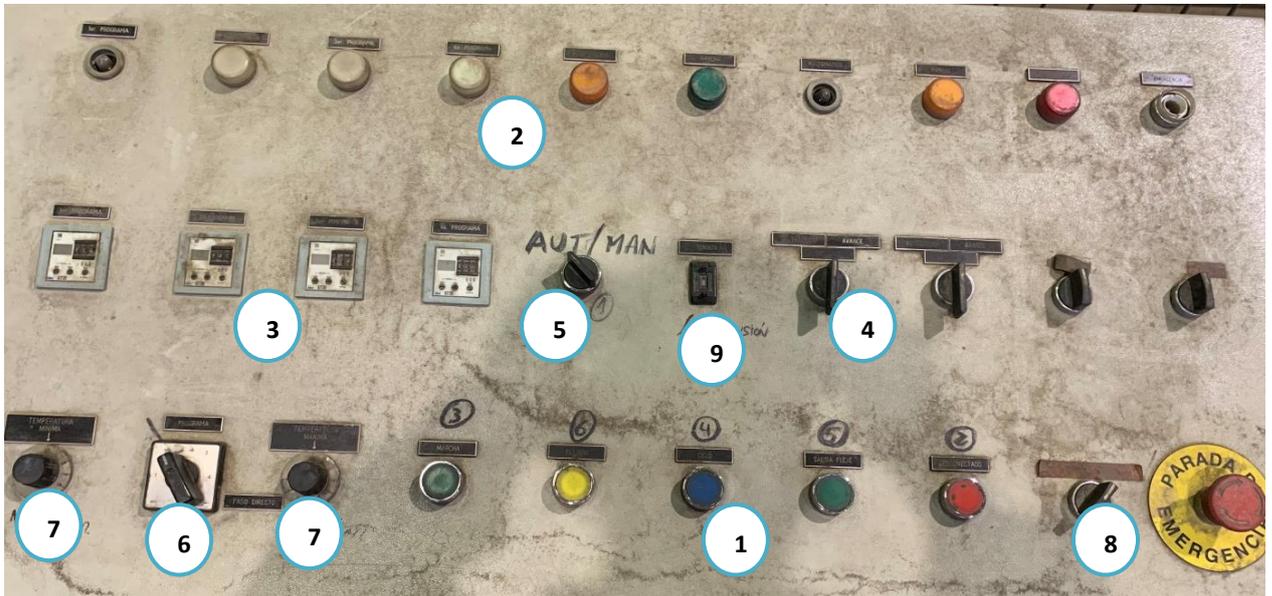


Ilustración 31. Panel de mandos de la máquina flejadora

- 1. Pulsadores:** Existen cinco pulsadores de diferente color cuya función individual es el manejo en modo manual de la máquina flejadora (marcha, flejado, ciclo, salida fleje, paro).
- 2. Indicadores LED:** Indicadores lumínicos cuya finalidad es avisar al operario del estado en el que se encuentra el proceso.
- 3. Temporizadores:** La flejadora consta de cuatro distintos modos de programa a la hora de realizar los flejados en un mismo paquete. Cada modo se encuentra asociado a un tiempo prefijado manualmente, el cual transcurre entre flejados.
- 4. Selectores (1):** Los selectores son de tres posiciones cuya finalidad es el avance o retroceso de la mesa de rodillos. El primer y segundo selector accionan las mesas anterior y posterior de la máquina flejadora respectivamente.
- 5. Selector (2):** Selección de modo de trabajo de la máquina, es decir, modo manual o automático.
- 6. Selector (3):** Selección de los cuatro distintos tipos de programa o paso directo, en otras palabras, el paquete circula a través de la máquina sin ser flejado.
- 7. Potenciómetros:** Reguladores de temperaturas máximas y mínimas que varían la resistencia ubicada en el cabezal encargada de la unión por soldadura del fleje.
- 8. Seta de emergencia:** Pulsador con enclavamiento que detiene instantáneamente todo el proceso de flejado.

9. Interruptor: Encargado de ajustar la tensión de apriete del fleje.

4.2. Descripción del nuevo hardware de la máquina flejadora

El nuevo hardware que sustituye al PLC S5 y sus correspondientes módulos de entradas y salidas se compone de:

- Autómata principal existente en el proceso de producción.
- Nueva estación remota (ET) vinculada al autómata principal de la línea mediante Profibús.
- Módulos de entradas y salidas.
- Pantalla táctil SIMATIC HMI TP1200 Comfort Panel

4.2.1. Autómata principal de la línea

Todo el proceso de producción se encuentra controlado y gestionado mediante un autómata principal SIMATIC S7-400. Se encuentra ubicado en la sala eléctrica junto con los demás dispositivos y componentes de toda la línea.

La estación remota encargada de controlar la máquina flejadora se vincula a este autómata mediante el cable Profibús.

La siguiente ilustración muestra el autómata principal de la línea.

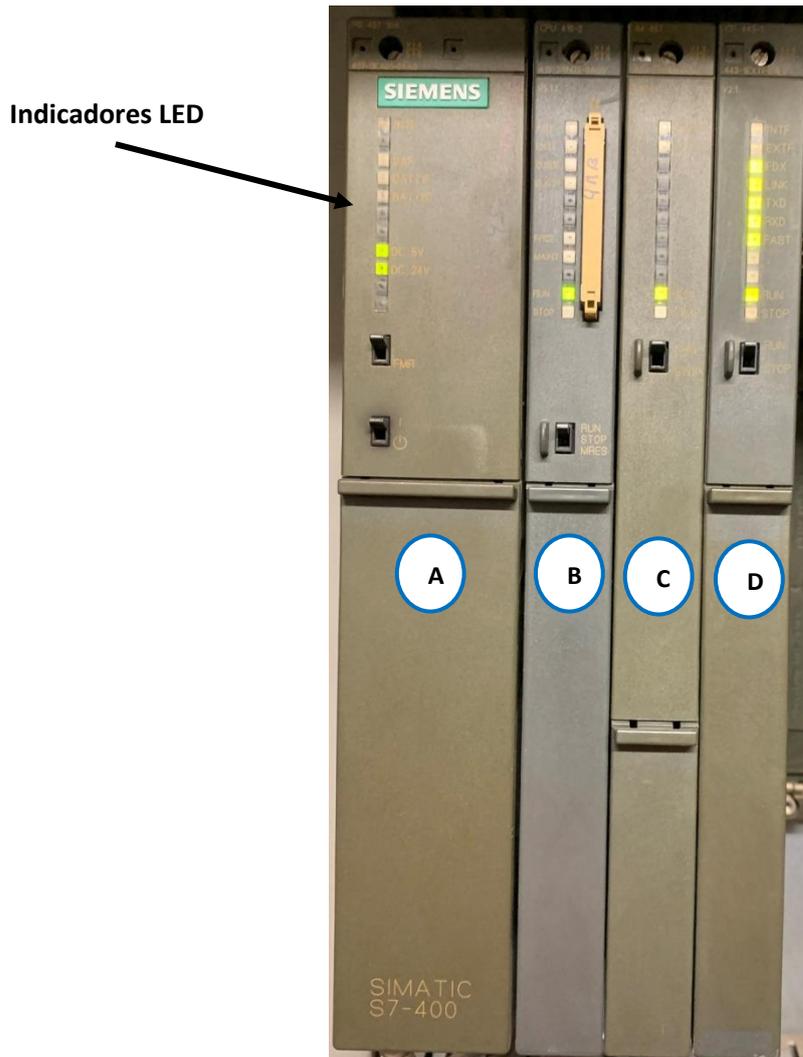


Ilustración 32. SIMATIC S7-400

- A. Fuente de alimentación de carga 120/230 VAC
- B. CPU 416-2
- C. Módulo de interfaz IM 467 DP destinado a interconectar los diferentes módulos.
- D. Procesador de comunicaciones CP 443-1

4.2.2. Estación remota

La estación remota es un dispositivo de periferia descentralizada, que ocupará el lugar del autómata S5. Su función principal es centralizar la conexión de todos los controles y accionamientos y, además, procesar la información recibida del PLC principal. El dispositivo se compone de una CPU 416-2 DP. La siguiente ilustración muestra los elementos que integran dicha ET.

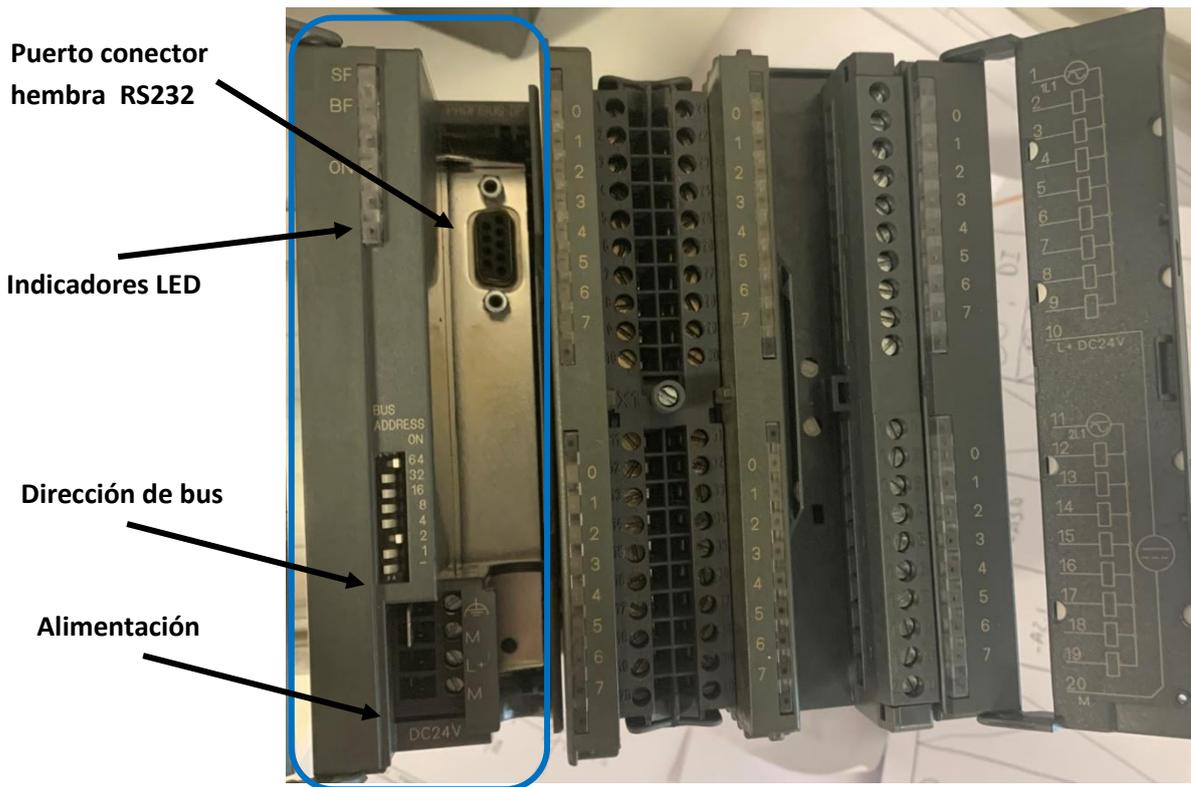


Ilustración 33. Estación remota unida a los módulos de entradas y salidas

- A. La fuente de alimentación se encuentra conectada directamente a una tensión DC 24V.
- B. La dirección de bus seleccionada es la 66.

4.2.3. Módulos de entradas / salidas

Los módulos de entradas y salidas descentralizados se encargan de conectar todos los actuadores o sensores del proceso de flejado con el sistema de control. A continuación, se muestra los dos módulos necesarios para el correcto funcionamiento del proceso.

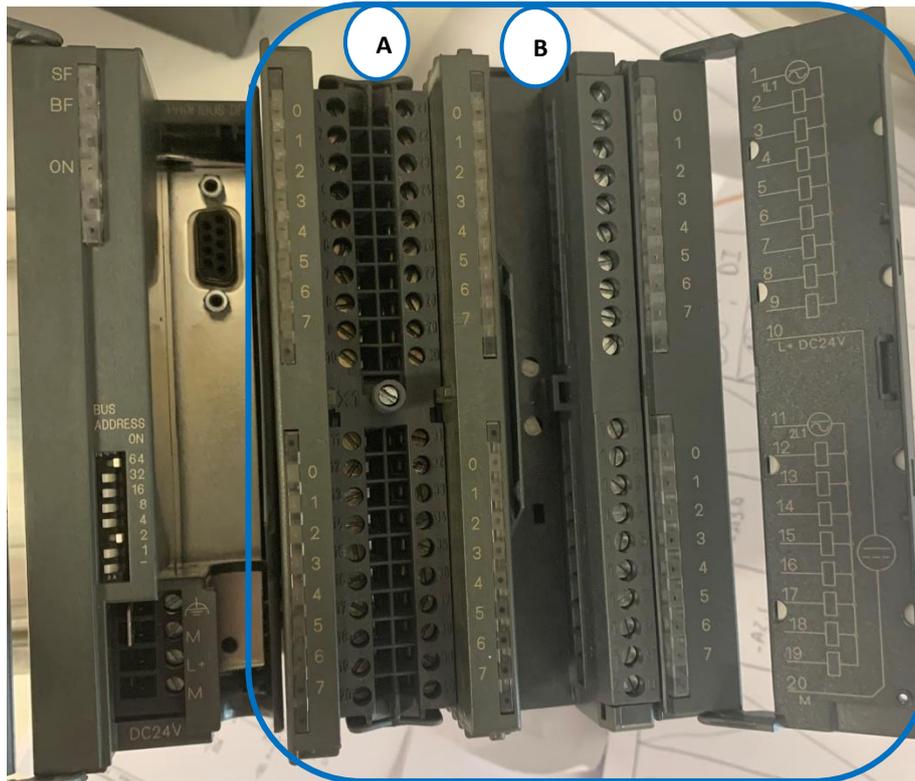


Ilustración 34. Módulo de entradas/salidas del autómata S5

- A. Módulo de entradas digitales DI 32x24VDC.
- B. Módulo de salidas digitales DO 16xREL 120/230 VAC. Este módulo es especial ya que al necesitar salidas digitales en VAC y VDC, aprovechamos el módulo para ambas. Las 8 salidas superiores se encuentran alimentadas a 24VAC mientras que las 8 salidas inferiores a 24VDC.

Es necesario resaltar, una vez mostrado el hardware de la máquina flejadora, la notable diferencia de componentes en el proceso de migrado. Desde el punto de vista de la optimización, se puede observar como se ha minimizado el número de módulos de E/S, es decir, de seis módulos correspondientes al autómata S5, a un total de dos módulos vinculados a la nueva ET.

4.2.4. Pantalla táctil

Se decidió sustituir el panel de control existente en la línea por una pantalla táctil SIMATIC HMI TP1200 Comfort Panel. Este cambio supone una gran mejora e innovación en el proceso de producción. Las ilustraciones siguientes representan el dispositivo nombrado con alguna de sus principales características técnicas.



Ilustración 35. Pantalla táctil vista frontal (Soluciones & Servicios, 2021)



Ilustración 36. Pantalla táctil vista trasera (Soluciones & Servicios, 2021)

- Mando táctil, Pantalla TFT widescreen de 12".
- Interfaz PROFINET, interfaz MPI/PROFIBUS DP.
- Memoria de configuración de 12 MB.
- Windows CE 6.0 configurable a partir de WinCC Comfort V11.

Dentro de este marco, cabe resaltar la migración realizada mediante la incorporación de la pantalla táctil de visualización..... mesa

4.3. Creación de planos eléctricos

Los planos eléctricos de la máquina flejadora actualmente se encontraban en pésimas condiciones, además de tener antigüedad. Debido a los cambios realizados tanto del hardware como software, fue necesaria la creación de nuevos planos eléctricos mediante el programa SEE Electrical.

En este mismo contexto, cabe destacar la labor realizada vinculada con el software SEE Electrical. Previamente, se ha realizado un estudio y aprendizaje sobre la utilización de dicho software. Posteriormente, se ha creado un nuevo proyecto en el cual se ha trabajado, hasta que finalmente, se finaliza satisfactoriamente la creación de los planos de distribución eléctrica

A continuación, se va a llevar a cabo una breve descripción de los diferentes planos eléctricos.

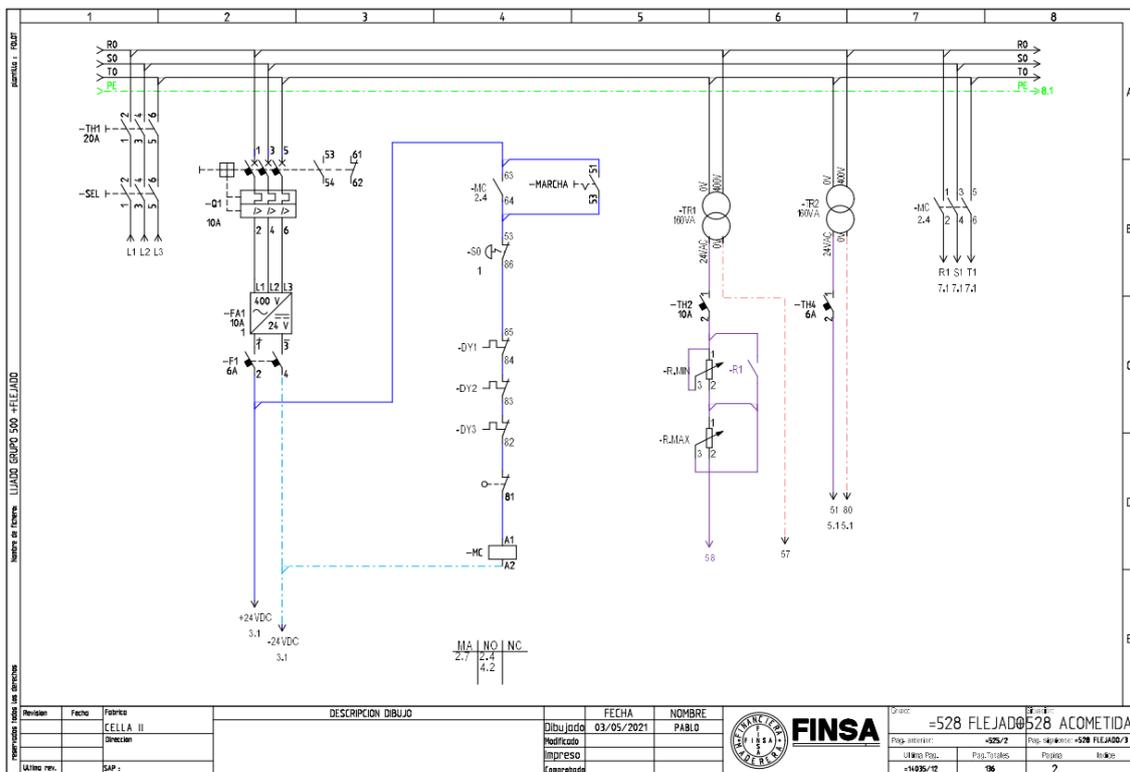


Ilustración 37. Plano eléctrico de la acometida

En la ilustración 37, se representa el esquema eléctrico de la acometida de la máquina flejadora. Podemos encontrar en la parte izquierda los elementos de protección como son el selector magnetotérmico de tensión y el interruptor trifásico de protección. Continuando hacia la derecha, encontramos el interruptor tripolar automático de protección con un transformador a 24 VDC aguas abajo. Unido a lo anterior, a mano derecha, encontramos los interruptores y seta de emergencia, además de los tres interruptores automáticos de protección de los motores de potencia. Por último, encontramos dos transformadores a 24VAC y dos potenciómetros aguas abajo del primer transformador.

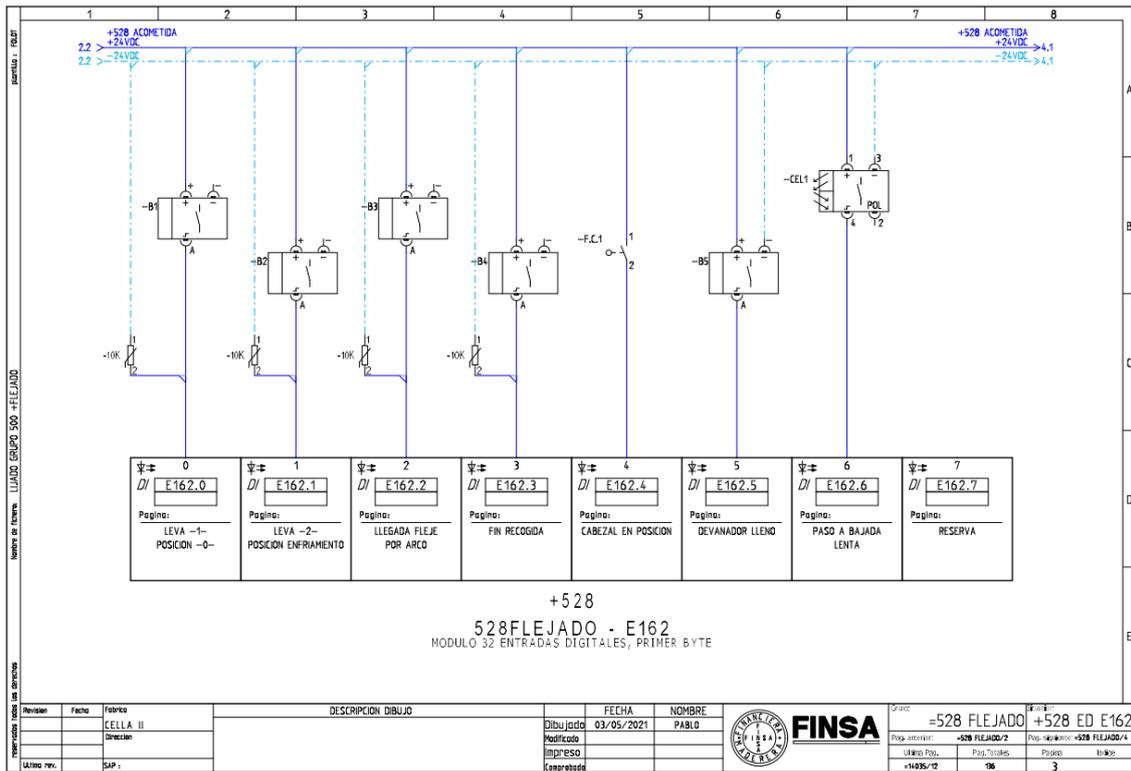


Ilustración 38. Plano eléctrico de entradas digitales (E162)

La ilustración 38 representa el esquema eléctrico de las diferentes entradas digitales (E162). Las cuatro primeras entradas y la sexta están compuestas por una célula de carga y una resistencia variable. La quinta entrada se conecta a un fin de carrera para el cabezal de la flejadora. Por último, la séptima entrada se encuentra conectada a una fotocélula.

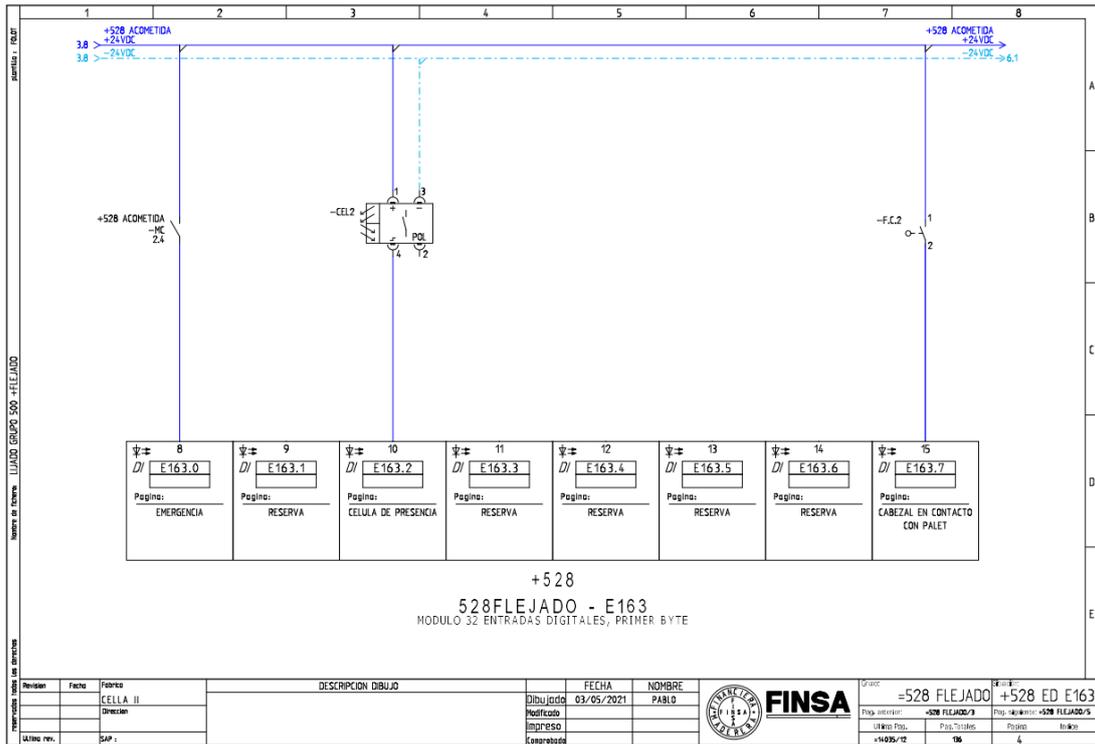


Ilustración 39. Plano eléctrico de entradas digitales (E163)

La ilustración 39 es similar a la anterior, ya que encontramos otro interruptor de emergencia, una fotocélula y un final de carrera respectivamente.

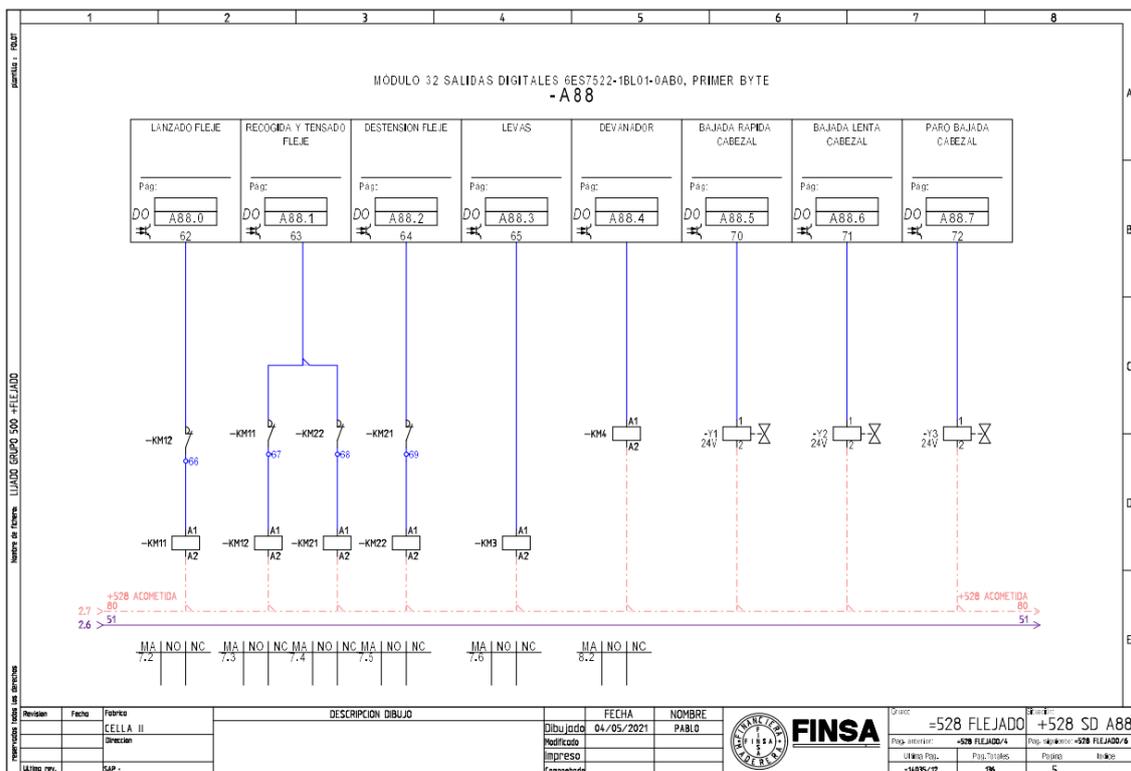


Ilustración 40. Plano eléctrico de salidas digitales (A88)

En la ilustración 42, se representa el plano eléctrico de potencia donde podemos encontrar los dos primeros motores trifásicos conectados a los contactos tripolares mediante un cableado ortogonal. Sin embargo, el tercer motor dispone de un contactor, el cual, activa un elemento del motor mediante una salida.

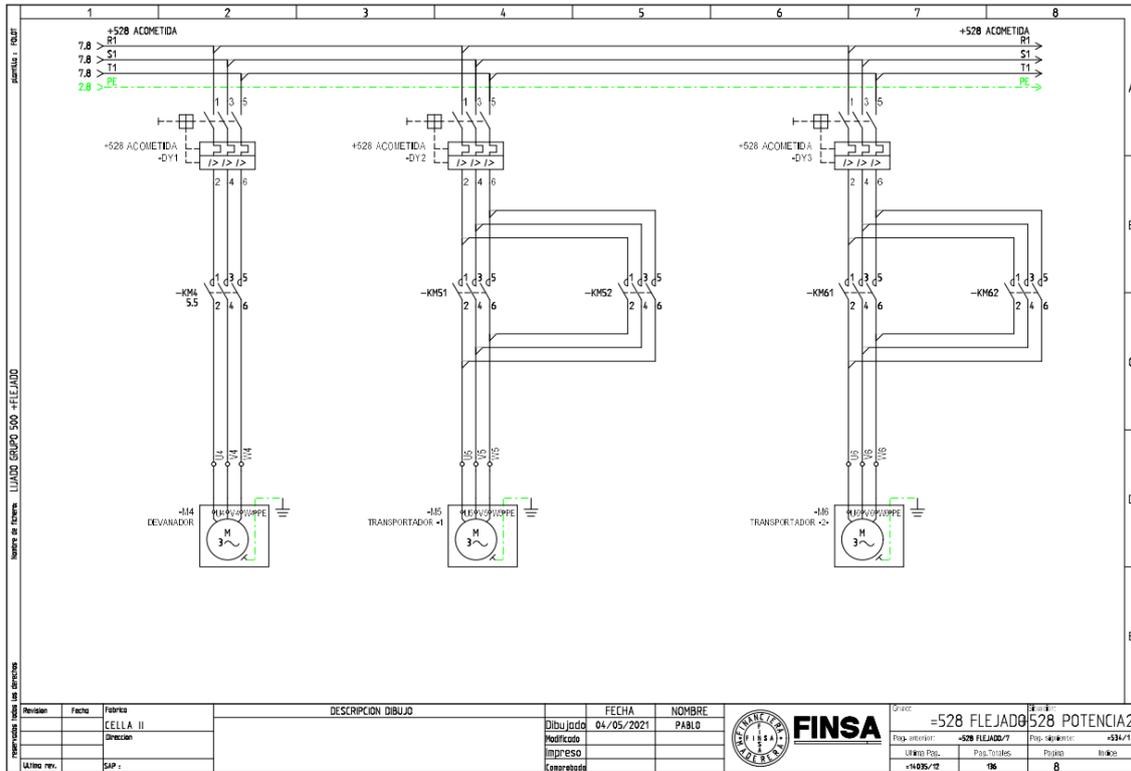


Ilustración 43. Plano eléctrico de potencia (2)

La ilustración 43 representa el esquema eléctrico de potencia de tres motores diferentes. En ellos encontramos conectados los tres interruptores automáticos de protección nombrados anteriormente en el plano de la acometida. Posteriormente, se encuentran los contactos tripolares, mediante cableado ortogonal para los dos últimos motores.

4.4. Sustitución y montaje del hardware

En este apartado se lleva a cabo la sustitución del hardware y montaje completo de la ET con sus correspondientes módulos de entradas y salidas.

1. En primer lugar, se ha conducido al cuadro eléctrico de la mesa de control, tanto el cable de profibus como el de tensión de 24V desde la sala eléctrica donde se encuentra el autómata principal de la línea. Por un lado, el cable profibus se conecta a la ET para lograr la comunicación con el autómata principal. Por otro lado, se realiza la conexión de la ET con la pantalla de visualización. Mientras tanto, el cable de alimentación se conecta tanto a la ET como a la pantalla de visualización para suministrar tensión a ambas.
2. En segundo lugar, se procede a realizar el propio montaje de la ET con sus módulos de entradas y salidas, sobre una cabecera que se encuentra situada en el cuadro eléctrico de la mesa de mandos, marcándolas y agrupándolas para evitar confusiones

En la ilustración 44, se puede observar el proceso de montaje nombrado.

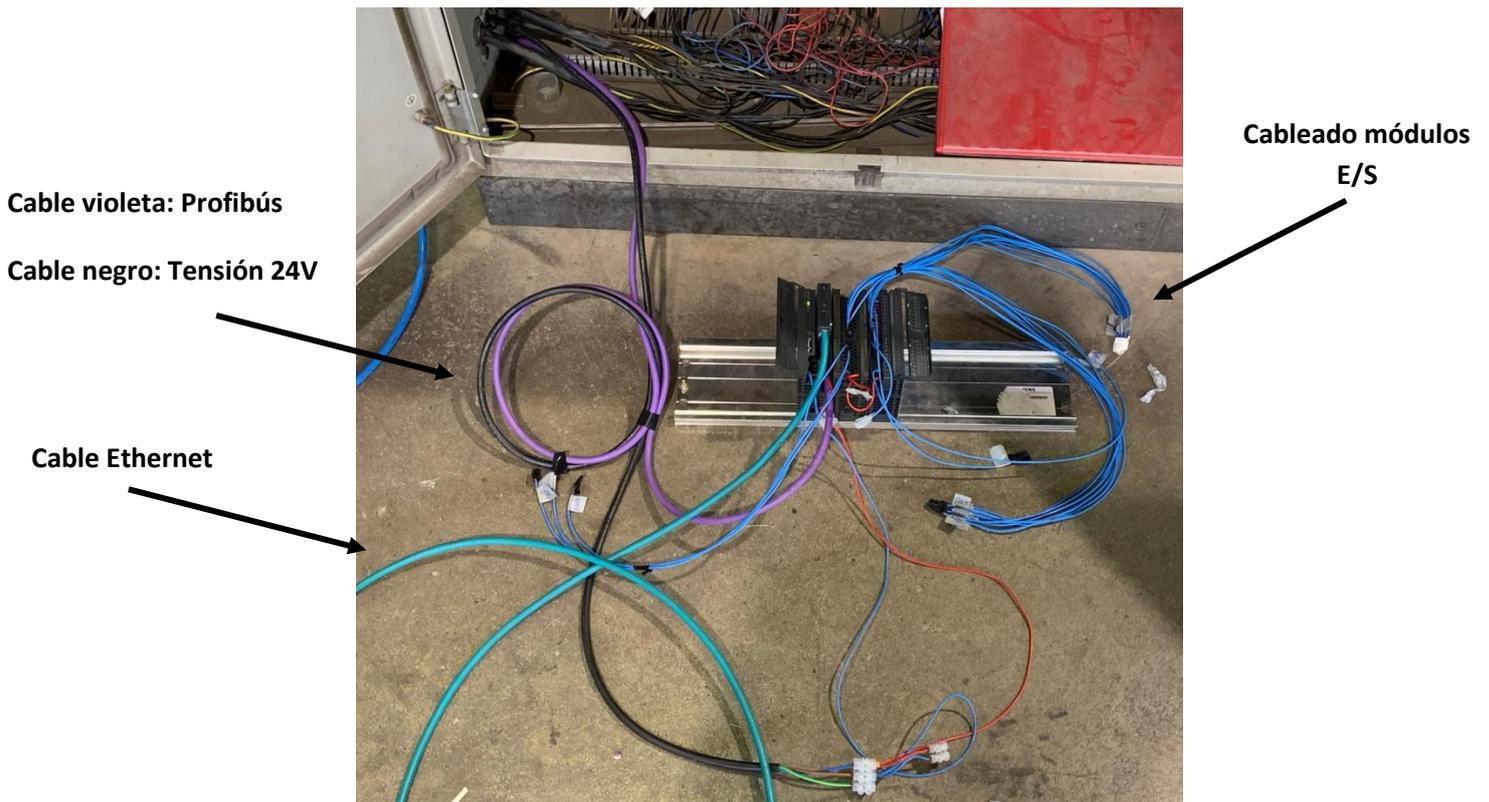


Ilustración 44. Proceso de montaje del hardware

La siguiente imagen representa la conexión de la pantalla de visualización con la ET mediante el cable profibús.



Ilustración 44. Conexión de la pantalla de visualización

3. Por último, se procede a realizar la conexión de la ET con la pantalla táctil para transferir la configuración software desde TIA Portal V15.1. Para ello, se lleva a cabo la conexión, mediante un cable Ethernet, del ordenador portátil con el puerto hembra Ethernet de la pantalla táctil. Finalmente, desde TIA Portal se inicia una búsqueda mediante una ventana de carga, para vincular ambos dispositivos y completar la carga de todas las pantallas de visualizaciones en la pantalla táctil.

Capítulo 5. CREACIÓN DE VISUALIZACIONES PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y MONTAJE DEL HARDWARE

En este capítulo se aborda la creación de diversas visualizaciones de la línea de producción incluyendo la visualización de la máquina flejadora mediante el software TIA Portal V15.1.

5.1. Elección y caracterización del hardware

5.1.1. Configuración del PLC

Desde el punto de vista de la configuración, una vez creado el proyecto accediendo al software TIA Portal V15.1, se deben buscar y agregar los componentes del hardware en la ventana principal de dispositivos y redes.

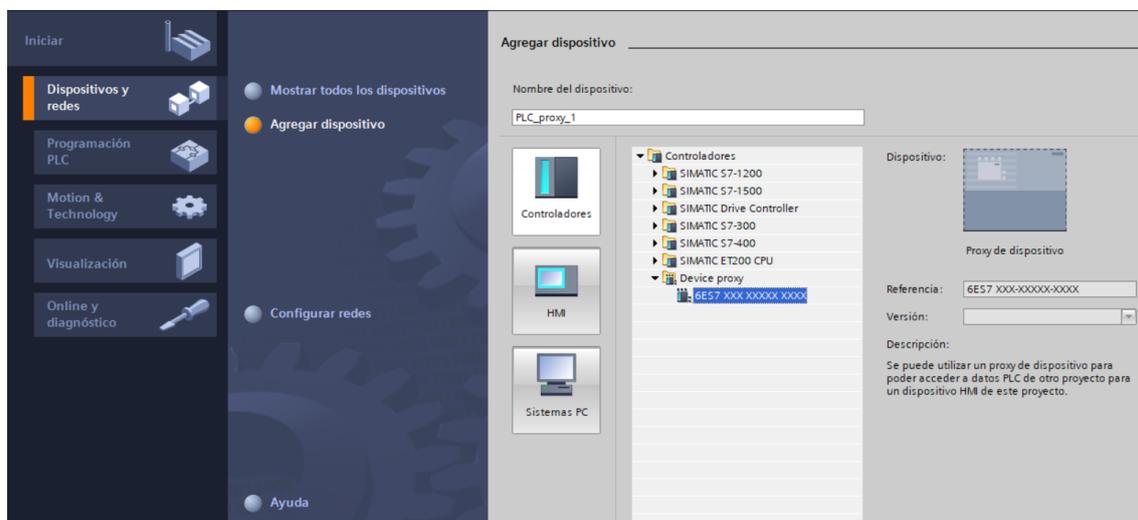


Ilustración 45. Selección de PLC

En la ilustración 45 se muestra como se ha ejecutado la selección del PLC correspondiente. Se opta por un controlador denominado Device proxy, puesto que es necesaria la existencia de vinculación con el PLC principal de la línea, el cual, se encuentra en otro proyecto. Finalmente, se introduce el número de referencia correspondiente de la estación remota.

5.1.2. Configuración de la pantalla HMI

A continuación, se agrega la pantalla de visualización de manera similar. El modelo de la pantalla de visualización es una TP 1200 Comfort. En la siguiente ilustración se muestra el proceso de elección.

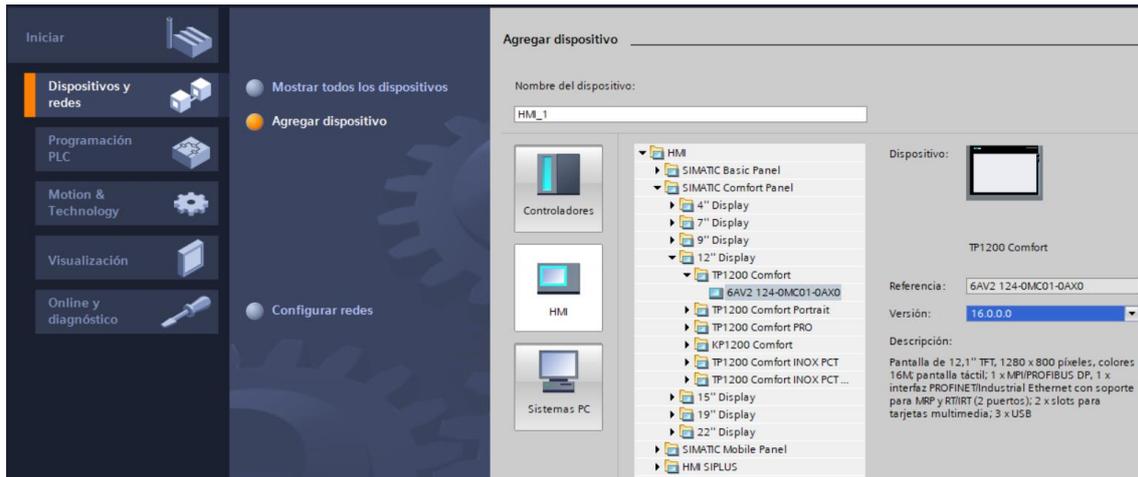


Ilustración 46. Selección de la pantalla de visualización

5.1.3. Configuración de la comunicación

Los elementos que componen el hardware deben comunicar entre sí mediante la denominada red Profibús. Se utiliza la red Profibús en vez de la red Profinet debido a que la zona de la línea de producción se encuentra comunicada mediante la red Profibús. Vinculado con el hardware, es necesario efectuar el cableado de la red de comunicación desde el PLC principal, situado en la sala eléctrica, hasta el cuadro eléctrico próximo al proceso de flejado.

En la siguiente ilustración, se observa como resulta la comunicación entre los dos componentes del hardware mediante el programa TIA Portal V15.1. Para su creación, era necesario unir ambos puntos mediante un cable dentro de la **Vista de redes**.



Ilustración 47. Vista de topología del hardware

5.2. Creación de pantallas de visualizaciones

En este apartado se va a proceder a la creación de diversas pantallas de visualización de la línea de producción. Anteriormente, las pantallas de visualización existentes se encontraban en otro software más antiguo denominado Protool. No obstante, se decide mejorar completamente las visualizaciones de la línea, diseñándolas nuevamente mediante el software TIA Portal V15.

5.2.1. Pantallas de visualización

En este apartado, a modo de ejemplificación, se muestran las pantallas de visualización más importantes creadas de la línea de producción. La línea se compone de tres pupitres que dividen el proceso en tres partes. En primer lugar, la zona donde se realiza los procesos de lijado y cortadura. En segundo lugar, la zona de canteado y las mesas de rodillos que se encargan de la movilidad de los paquetes. Por último, el proceso de flejado y envío de paquetes al puente grúa.

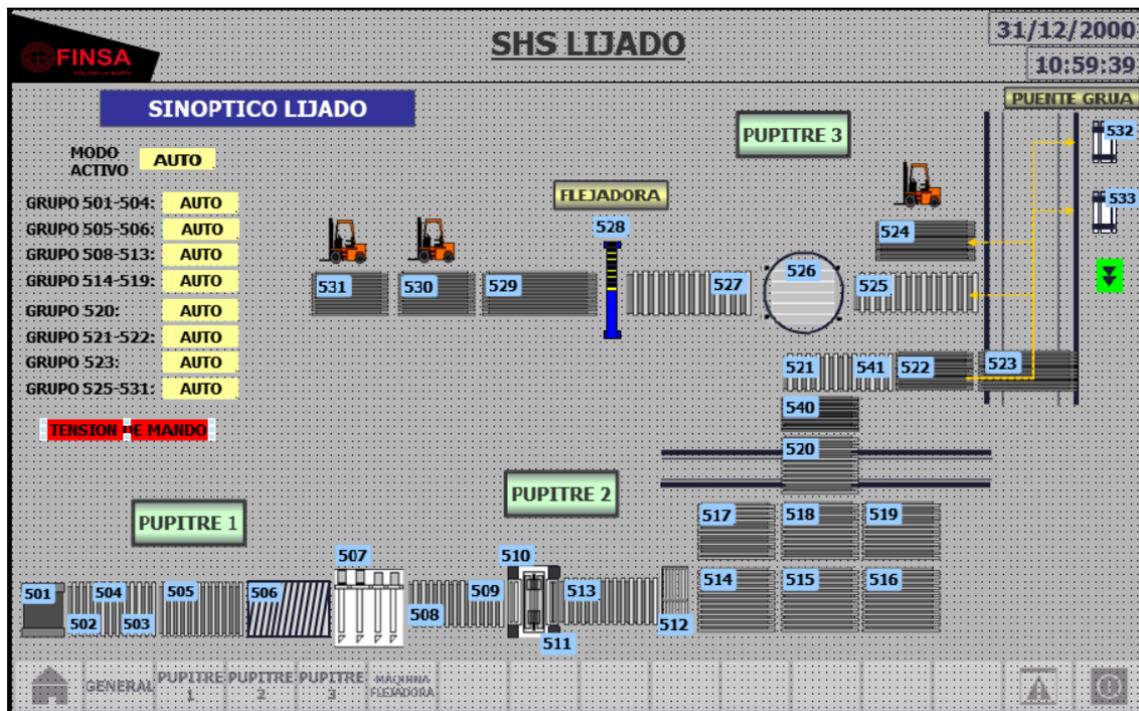


Ilustración 48. Visualización del sinóptico de la línea de producción

La ilustración 48 representa el esquema general de la línea de producción completa en tiempo real. El proceso se subdivide en grupos, y en la parte superior izquierda de la visualización se puede observar el estado en el que se encuentra cada uno de ellos (Manual o Automático).

Mediante los tres pulsadores de los pupitres se conmuta entre las diferentes visualizaciones, que a continuación se procede a su explicación de manera más detallada.

Por último, una de las mejoras visuales que se realizó fue el movimiento de la mesa de rodillos 523 a lo largo de su trayectoria, acompañada del símbolo verde con flechas, que indica el sentido del movimiento. Las líneas discontinuas de color amarillo, representan el destino del paquete, en otras palabras, dependiendo de su destino, se mostrará un recorrido u otro, una vez se encuentre el paquete en la mesa 523.

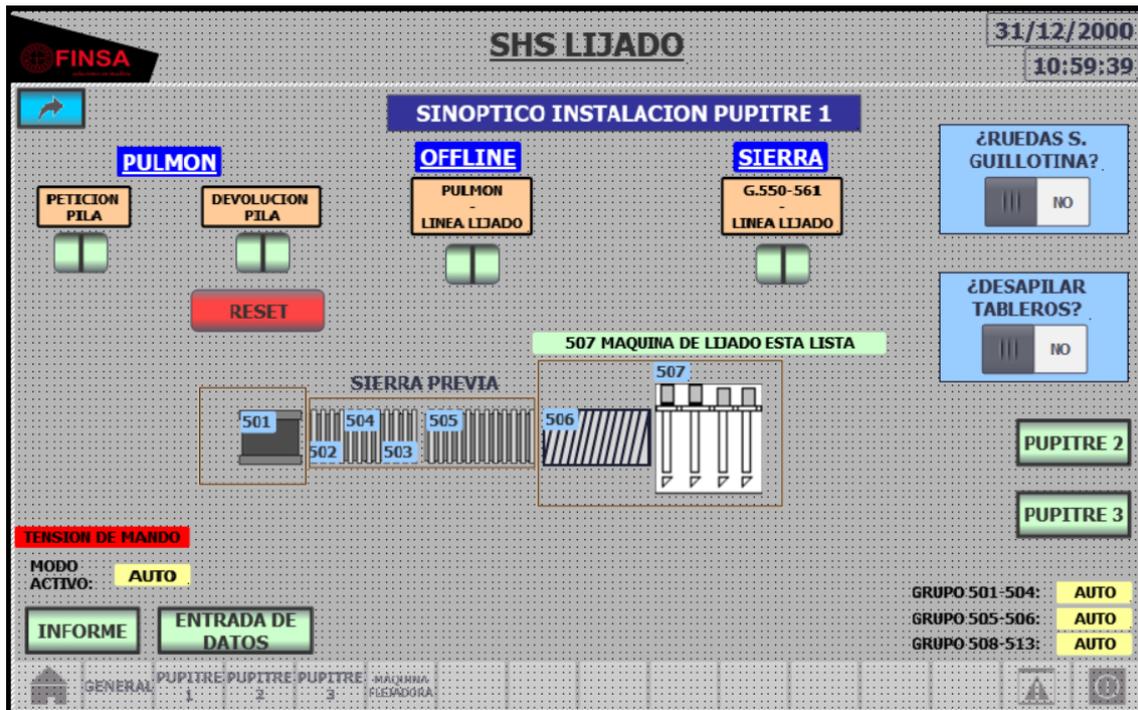


Ilustración 49. Visualización del sinóptico del pupitre 1

En la ilustración 49 se muestra la pantalla de visualización del pupitre 1, es decir, el tramo del proceso desde la mesa número 501 hasta la 507.

Se han diseñado diferentes funciones mediante botones, necesarias para el correcto funcionamiento del tramo de la línea. Se puede observar en la parte superior y en la parte derecha de la imagen.

Mediante los botones de los otros pupitres conseguimos cambiar entre visualizaciones cuando sea necesario. Por otro lado, encontramos el botón de entrada de datos que se explica más detalladamente en la Ilustración 52. Visualización de la introducción de datos.

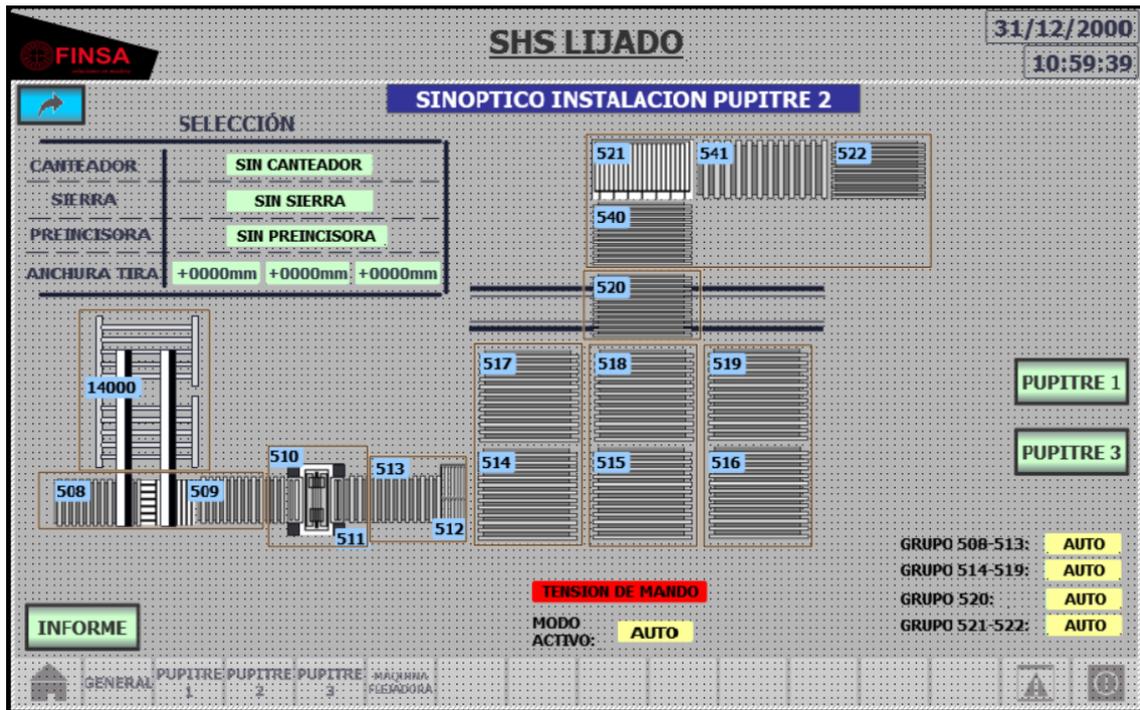


Ilustración 50. Visualización del sinóptico del pupitre 2

En la ilustración 50 se muestra la pantalla de visualización del pupitre 2, pero en este caso abarca la continuación del proceso desde la mesa 508 hasta la 522.

En la parte superior de la imagen se puede observar el estado en el que se encuentran las máquinas principales del tramo del proceso y las dimensiones reales del paquete.

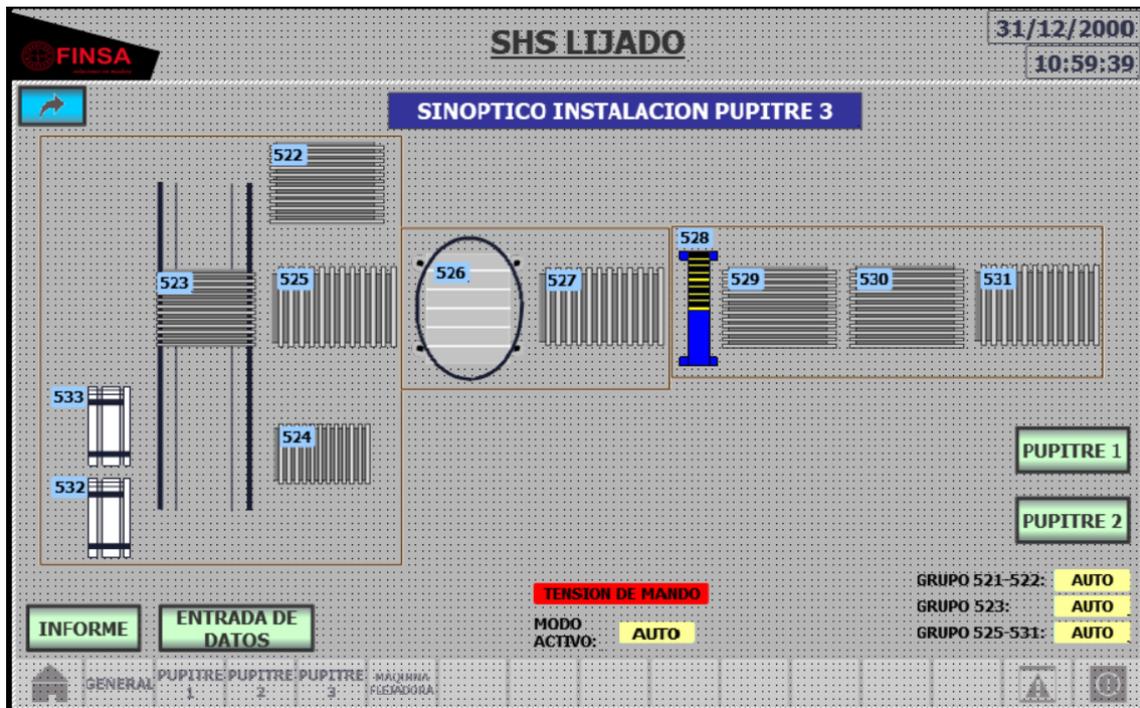


Ilustración 51. Visualización del sinóptico del pupitre 3

Finalmente, en la ilustración 51 se encuentra la visualización del pupitre 3, simbolizando el tercer tramo del proceso desde la mesa 523 hasta la 533.

	DATOS 522	DATOS 524	DATOS 527	DATOS 530	DATOS 531
LONGITUD TABLERO	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm
ANCHURA TABLERO	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm
ESPESOR TABLERO	+000,0mm	+000,0mm	+000,0mm	+000,0mm	+000,0mm
Nº TABLEROS POR PILA	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000
PESO POR PILA	00000kg	00000000	00000000	00000000	00000000
CALIDAD	A	A	A	A	A
TIPO DE PILA	HILERA DOBLES HILERA	DURMIENTES CORTO DURMIENTES LARGO	HILERA DOBLES HILERA	DURMIENTES CORTO DURMIENTES LARGO	HILERA DOBLES HILERA
DESTINO	RODILLOS 524 P. GRUA EMBOLTURA 525				
CODIGO DE ARTICULO	000000	000000	000000	000000	000000
TAMAÑO DE TACOS	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm
CANTIDAD DE FLEJES	+00000	+00000	+00000	+00000	+00000
PRIMER FLEJE	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm	+00000mm

Ilustración 52. Visualización de la introducción de datos

La ilustración 52 manifiesta la pantalla de visualización de entrada de datos, es decir, en ella el operario introduce todos los datos necesarios para conseguir el tablero deseado.

Se encuentra dividida en 5 columnas dependiendo del lugar de destino. Existe una gran variedad de características que son introducidas manualmente por el operario dependiendo de las necesidades del tablero en cada momento.

En líneas generales, diferenciamos de manera descendente, las dimensiones del tablero, el tipo de calidad (A o B), el tipo de pila, el destino del paquete y el modo de flejado o embalaje.

En última instancia, se muestra la pantalla de visualización de la máquina flejadora dividida en dos ilustraciones. Ambas son la misma imagen, pero se muestran con el objetivo de reproducir el movimiento de la máquina cuando realiza el proceso de flejado. A continuación, se lleva a cabo el análisis de los distintos elementos que la componen.

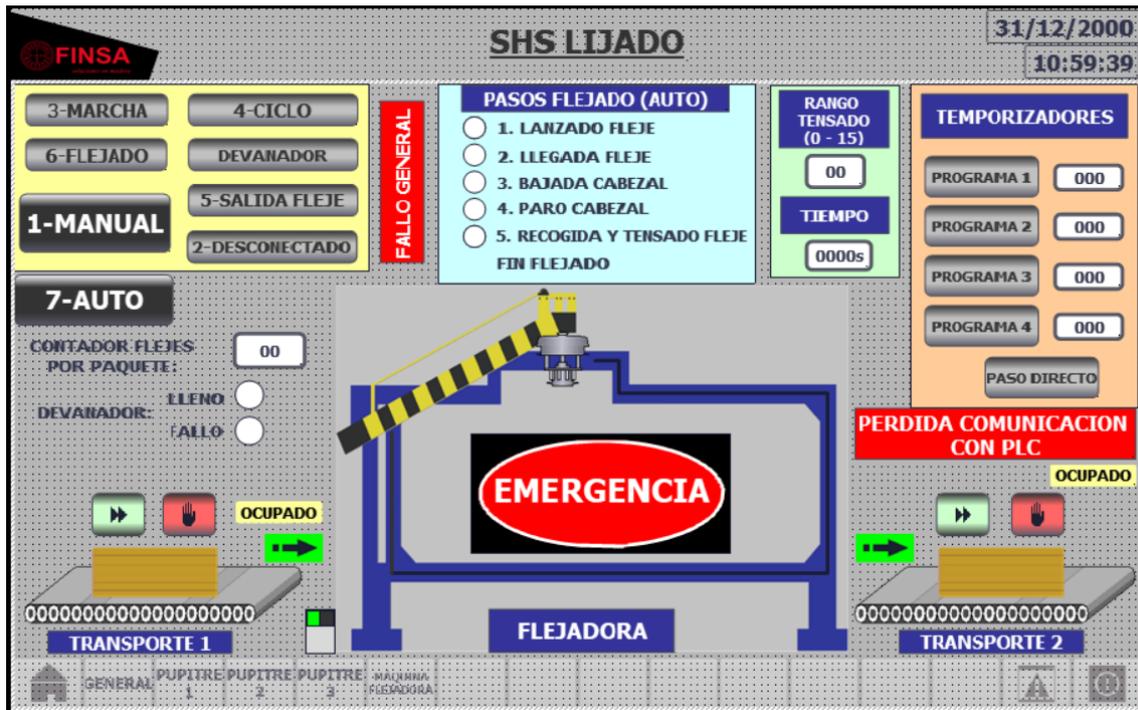


Ilustración 53. Visualización de la máquina flejadora (I)

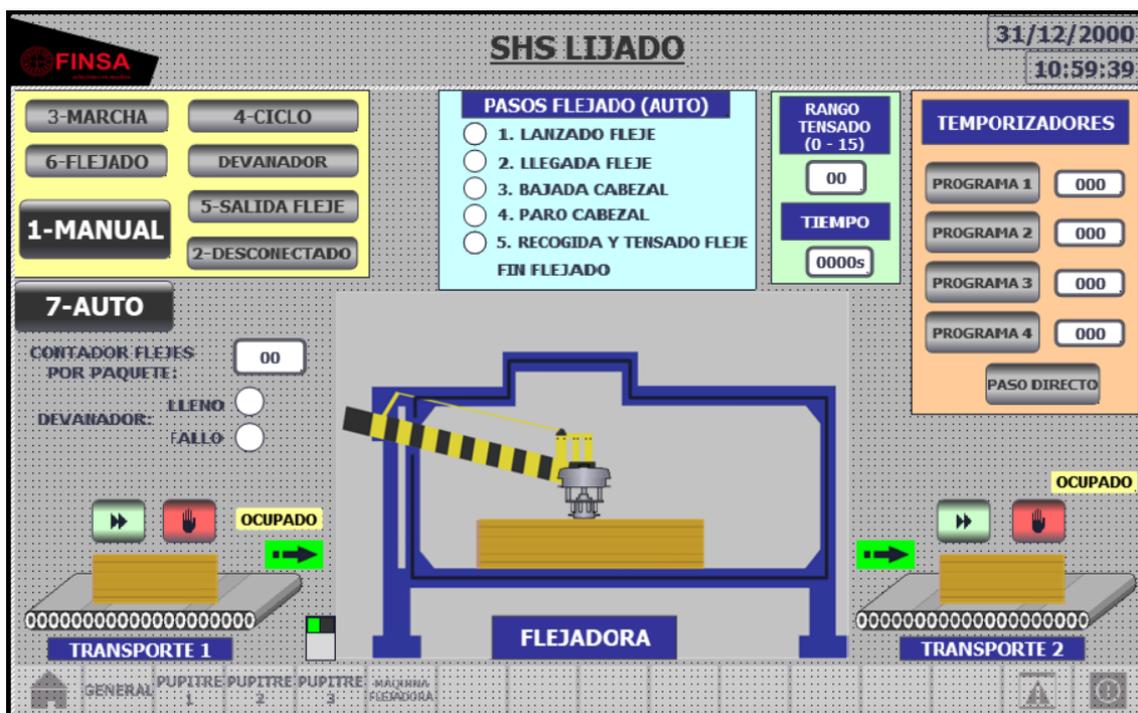


Ilustración 54. Visualización de la máquina flejadora (II)

En primer lugar, en la parte superior izquierda, encontramos los dos modos, **manual** y **automático**. En modo manual, existen seis botones con funciones diferentes para el manejo de la máquina flejadora.

En segundo lugar, en la parte superior central, observamos los distintos **pasos de flejado** en modo automático que se ha nombrado en el punto 4 apartado 3.2.3. La serie de pasos representa una visión general del proceso de flejado para los operarios.

En tercer lugar, a su lado derecho, encontramos la **tensión del fleje ajustable** por el operario y el tiempo de tensado que le corresponde como hemos nombrado en el punto 1 del apartado 3.2.3.

En cuarto lugar, observamos los **cuatro distintos programas de temporización** a fijar por el operario y, posteriormente, seleccionar el que más le convenga, como se ha nombrado en el punto 2 del apartado 3.2.3. En caso de no tener que realizar flejado se seleccionará el botón de paso directo.

Por un lado, en la parte central se encuentra la representación de la **máquina flejadora**. La visualización reproduce el movimiento de flejado cuando desciende el cabezal sobre la pila de tableros como se muestra en la ilustración 54. A ambos lados, se encuentran las mesas de rodillos anterior y posterior que pueden ser manejadas mediante los pulsadores de avance o paro. Además, aparecerá la pila de tableros y la flecha verde intermitente simbolizando que el paquete circula sobre ellas. Por último, se muestra el estado de la fotocélula de la máquina flejadora en su esquina inferior izquierda.

Por otro lado, en la parte izquierda, mostramos el contador de flejes realizados por paquete y el estado del devanador, en caso de que se encuentre lleno o se produzca un fallo.

Finalmente, en color rojo, observamos los tres distintos **mensajes de advertencia**. Emergencia, en caso de pulsar la seta de emergencia. Fallo general, en caso de producirse un fallo y, en consecuencia, la detención de la máquina. Pérdida de comunicación con el PLC, como su nombre indica, cuándo se pierda la comunicación del PLC con la pantalla táctil. Cabe resaltar, que en el software, se creó una variable en el DB1100 que se encontrara siempre a 1, para en caso de perder la comunicación PLC-pantalla, dejará de enviar el bit y se mostrara el mensaje por pantalla.

Para concluir, se adjunta un pequeño vídeo, realizado en la fábrica, cuando se efectuaba una comprobación de la implantación de todas las visualizaciones en la pantalla táctil.

[VIDEO COMPROBACIÓN PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN](#)

Capítulo 6. CONCLUSIONES

En este proyecto, se ha conseguido alcanzar satisfactoriamente cada uno de los objetivos propuestos.

Para terminar, es adecuado efectuar una pequeña reflexión sobre el proyecto realizado, enumerando una serie de contribuciones desempeñadas en él.

- ◆ Implantación de una pantalla táctil en el proceso de producción que facilita su manejo y aumenta el entendimiento visual.
- ◆ Migración de la máquina flejadora para evitar la imposibilidad de ampliar el proceso y el aumento de su fiabilidad.
- ◆ Mejora de la estructura y legibilidad del código de programación que facilite la comprensión futura por los trabajadores

Desde el punto de vista personal, se enumeran algunas dificultades abordadas durante el desarrollo del proyecto.

- ◆ El desconocimiento de los cuatro softwares S5, STEP S7, SEE Electrical y TIA Portal V15.1 y su posterior familiarización.
- ◆ Adaptación y parametrización de la ET y sus módulos Siemens.
- ◆ Se finalizó el contrato de prácticas en la empresa y no se pudo llegar a efectuar la puesta en marcha.

TERMINOLOGÍA EMPLEADA

PLC: Controlador lógico programable

Unidad central de procesamiento (CPU): Componente del autómatas encargado de dirigir y ejecutar los datos del programa.

Software: Parte lógica de un sistema informático. Comprende el conjunto de elementos lógicos que son necesarios para la realización de tareas específicas.

Hardware: Corresponde al conjunto de componentes físicos que integran un sistema informático

Bit: Dígito binario. El valor puede ser 0 o 1

Byte: Unidad de información equivalente a 8 bits.

ET: Estación remota. Elemento de control que obtiene información para enviarla a otro elemento de control de nivel superior.

DI: Entrada digital. Proviene de las siglas en inglés "Digital input"

DO: Salida digital. Proviene de las siglas en inglés "Digital output"

AI: Entrada analógica. Proviene de las siglas en inglés "Analog input"

AO: Salida analógica. Proviene de las siglas en inglés "Analog output"

Profibus: Protocolo de comunicación en serie clásico basado en RS-485

Led: Diodo emisor de luz

OB: Bloque de organización que constituye la interface entre el sistema operativo de la CPU y el programa de usuario.

FB: Bloque de función donde se ejecuta el programa, siempre que el FB es llamado por otro bloque lógico

DB: Bloque de datos cuya función es el almacenamiento de datos del programa.

BIBLIOGRAFÍA

Schneider, E. (2021). *Schneider Electric*. Obtenido de https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/Data_Types/Data_Types-3.htm

SEE Electrical. (s.f.). *SEE Electrical manual*. Obtenido de https://www.igexao.com/images/es/pdf/products/see_electrical_building/TUTORIAL%20SEE%20Electrical%20Building_ES.pdf

Siemens. (s.f.). *Manual Siemens TIA Portal*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/johnpir/manual-manejo-tia-portal-siemens>

Siemens. (s.f.). *Siemens S7 Manual*. Obtenido de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/551/45531551/att_56646/v1/S7gs___d.pdf

Simatic, S. (2021). *Simatic S5*. Obtenido de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/648/1091648/att_7203/v1/6ES59988MA42_03.pdf

Soluciones, S., & Servicios. (2021). *Soluciones y servicios*. Obtenido de https://www.solucionesyservicios.biz/epages/64466233.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/64466233/Products/6AV2124-0MC01-0AX0



Universidad
Zaragoza

ANEXOS

Autor

Pablo Tregón Esteban

Director

Ramón Piedrafita Moreno

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza

2022

ANEXO 1: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DE LA MÁQUINA FLEJADORA

A continuación, se expone el código de programación completo de la máquina flejadora mediante la herramienta STEP 57, dividido por bloques de funciones.

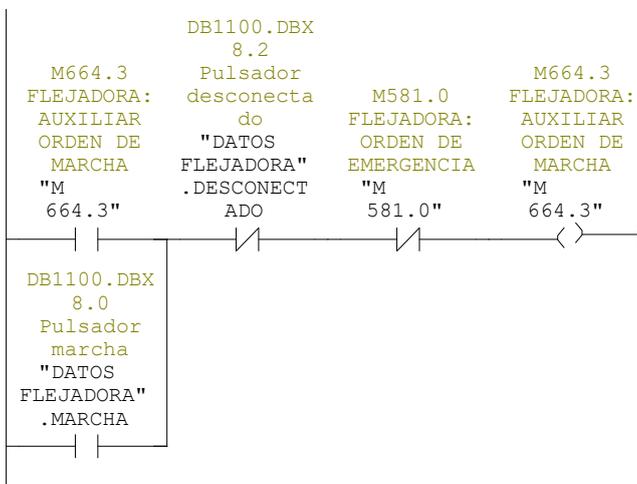
1.1. BLOQUE DE FUNCIÓN 580

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 21/05/2021 11:33:33
 Interface: 16/03/2021 09:05:42
 Longitud (bloque / código / datos): 00416 00282 00024

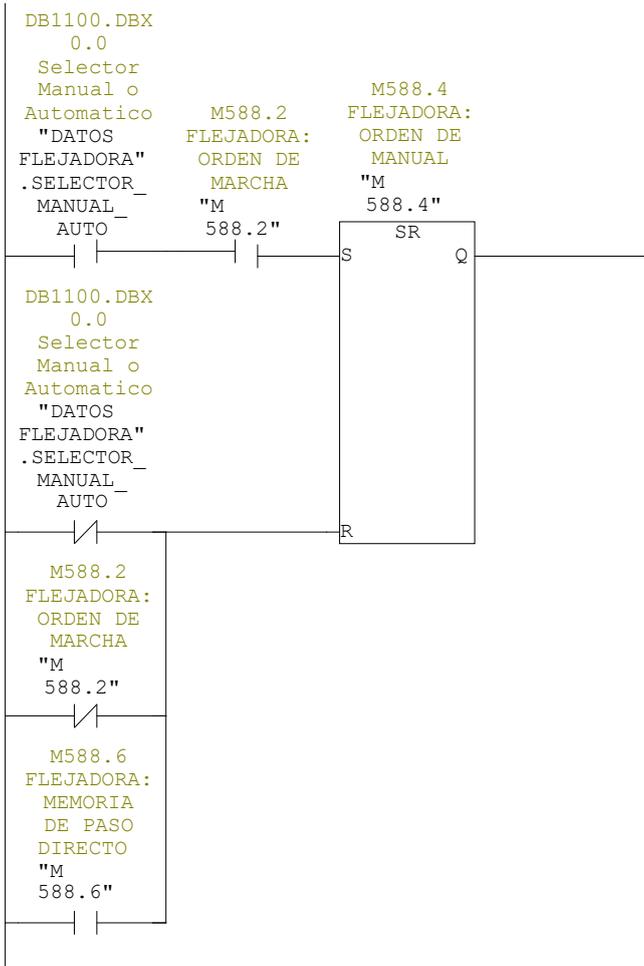
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Valor inicial	Comentario
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
STAT		0.0		
TEMP		0.0		
CONV_AKKU1	DWord	0.0		
CONV_AKKU2	DWord	4.0		
CONV_STW	Word	8.0		
CONV_INDEX	Word	10.0		
CONV_DT	Date_And_Time	12.0		
CONV_HDR	Struct	20.0		
TEMP17	Word	20.0		
TEMP18	Word	22.0		

Bloque: FB580

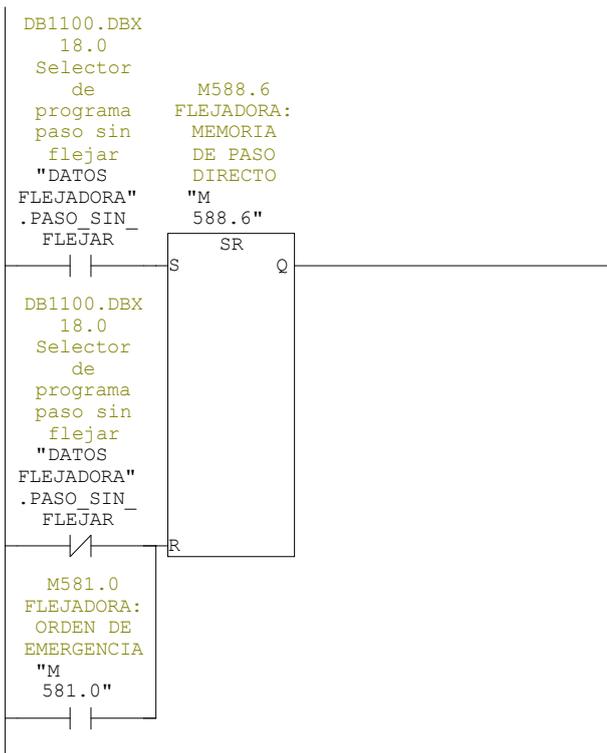
Segm.: 1 AUXILIAR ORDEN DE MARCHA



Segm.: 4 ORDEN DE MANUAL



Segm.: 5 MEMORIA DE PASO DIRECTO



Segm.: 6 ORDEN PROGRAMA -1-

DB1100.DBX				M588.6	M581.1
8.5	M588.3	M588.2	M581.0	FLEJADORA:	FLEJADORA:
Pulsador	FLEJADORA:	FLEJADORA:	FLEJADORA:	MEMORIA	ORDEN
Programa 1	ORDEN DE	ORDEN DE	ORDEN DE	DE PASO	PROGRAMA
"DATOS	AUTOMATICO	MARCHA	EMERGENCIA	DIRECTO	-1-
FLEJADORA"	"M	"M	"M	"M	"M
.PROGRAMA1	588.3"	588.2"	581.0"	588.6"	581.1"



Segm.: 7 ORDEN PROGRAMA -2

DB1100.DBX				M588.6	M581.2
8.6	M588.3	M588.2	M581.0	FLEJADORA:	FLEJADORA:
Pulsador	FLEJADORA:	FLEJADORA:	FLEJADORA:	MEMORIA	ORDEN
Programa 2	ORDEN DE	ORDEN DE	ORDEN DE	DE PASO	PROGRAMA
"DATOS	AUTOMATICO	MARCHA	EMERGENCIA	DIRECTO	-2-
FLEJADORA"	"M	"M	"M	"M	"M
.PROGRAMA2	588.3"	588.2"	581.0"	588.6"	581.2"



Segm.: 8 ORDEN PROGRAMA -3

DB1100.DBX				M588.6	M581.3
8.7	M588.3	M588.2	M581.0	FLEJADORA:	FLEJADORA:
Pulsador	FLEJADORA:	FLEJADORA:	FLEJADORA:	MEMORIA	ORDEN
Programa 3	ORDEN DE	ORDEN DE	ORDEN DE	DE PASO	PROGRAMA
"DATOS	AUTOMATICO	MARCHA	EMERGENCIA	DIRECTO	-3-
FLEJADORA"	"M	"M	"M	"M	"M
.PROGRAMA3	588.3"	588.2"	581.0"	588.6"	581.3"



Segm.: 9 ORDEN PROGRAMA -4

DB1100.DBX				M588.6	M581.4
9.0	M588.3	M588.2	M581.0	FLEJADORA:	FLEJADORA:
Pulsador	FLEJADORA:	FLEJADORA:	FLEJADORA:	MEMORIA	ORDEN
Programa 4	ORDEN DE	ORDEN DE	ORDEN DE	DE PASO	PROGRAMA
"DATOS	AUTOMATICO	MARCHA	EMERGENCIA	DIRECTO	-4-
FLEJADORA"	"M	"M	"M	"M	"M
.PROGRAMA4	588.3"	588.2"	581.0"	588.6"	581.4"



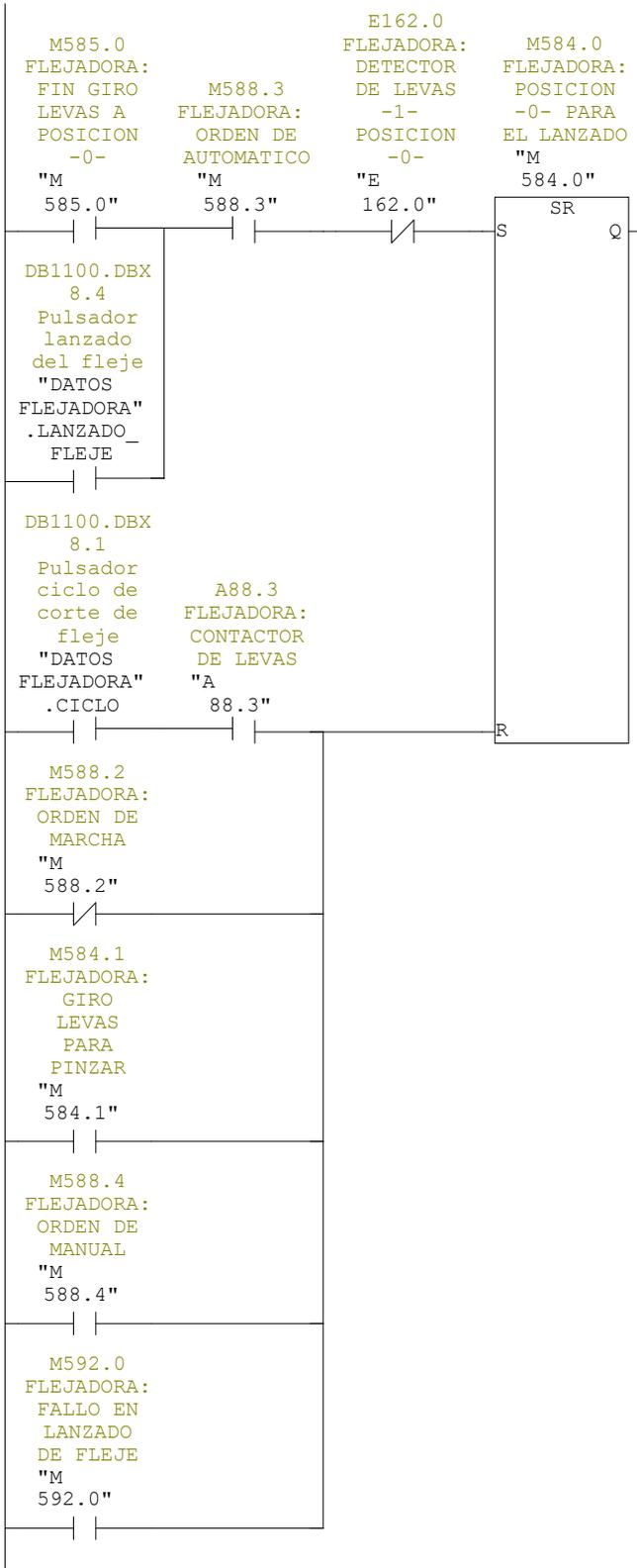
1.2. Bloque de función 581

Nombre: Familia:
Autor: Versión: 0.1
Versión del bloque: 2
Hora y fecha Código: 21/05/2021 11:33:33
Interface: 16/03/2021 09:05:42
Longitud (bloque / código / datos): 01738 01534 00024

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Valor inicial	Comentario
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
STAT		0.0		
TEMP		0.0		
CONV_AKKU1	DWord	0.0		
CONV_AKKU2	DWord	4.0		
CONV_STW	Word	8.0		
CONV_INDEX	Word	10.0		
CONV_DT	Date_And_Time	12.0		
CONV_HDR	Struct	20.0		
TEMP17	Word	20.0		
TEMP18	Word	22.0		

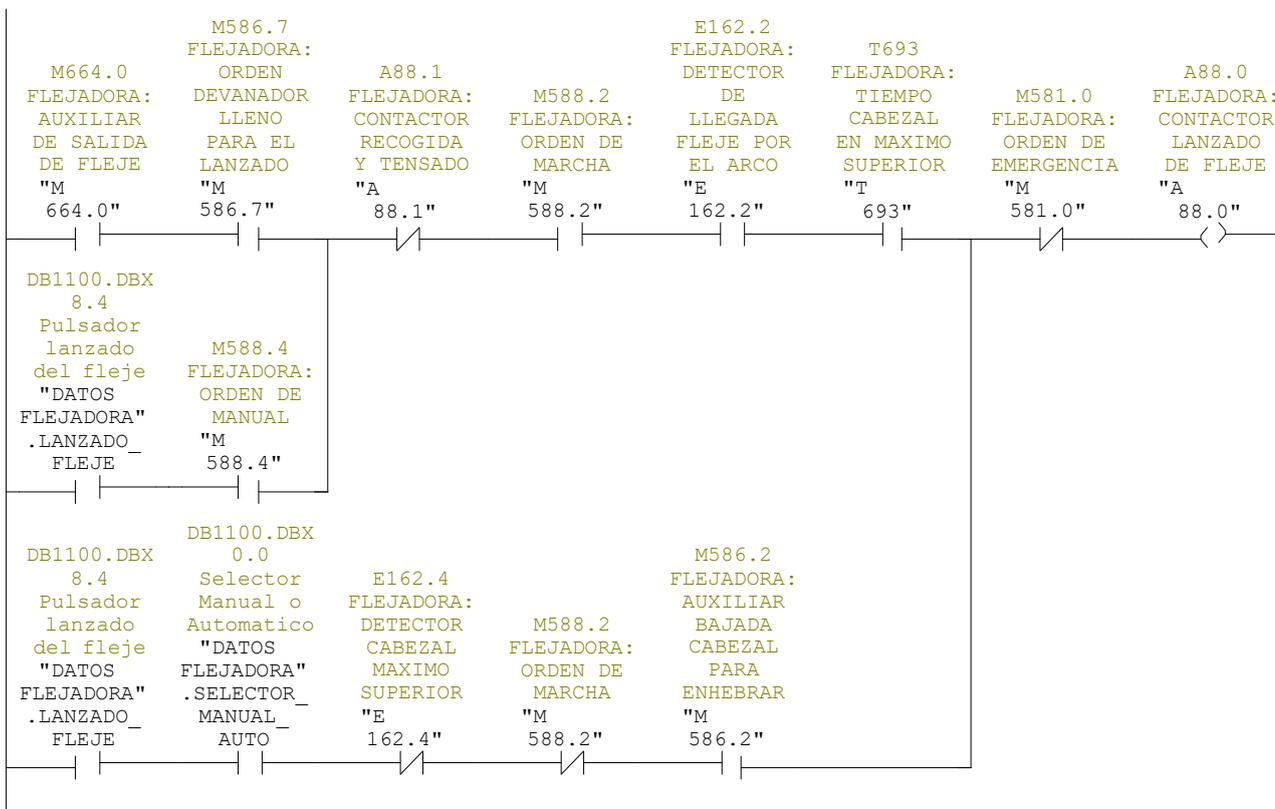
Bloque: FB581

Segm.: 1 POSICION -0- PARA EL LANZADO

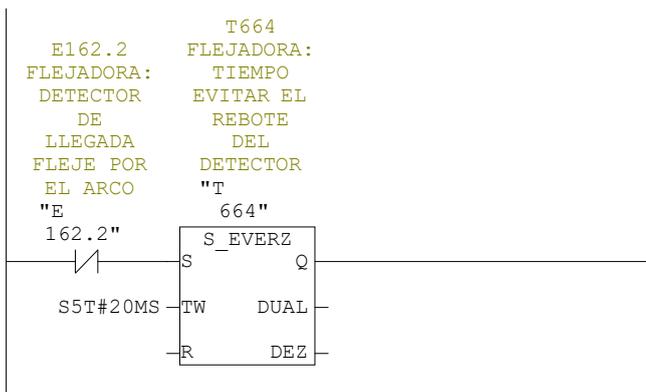


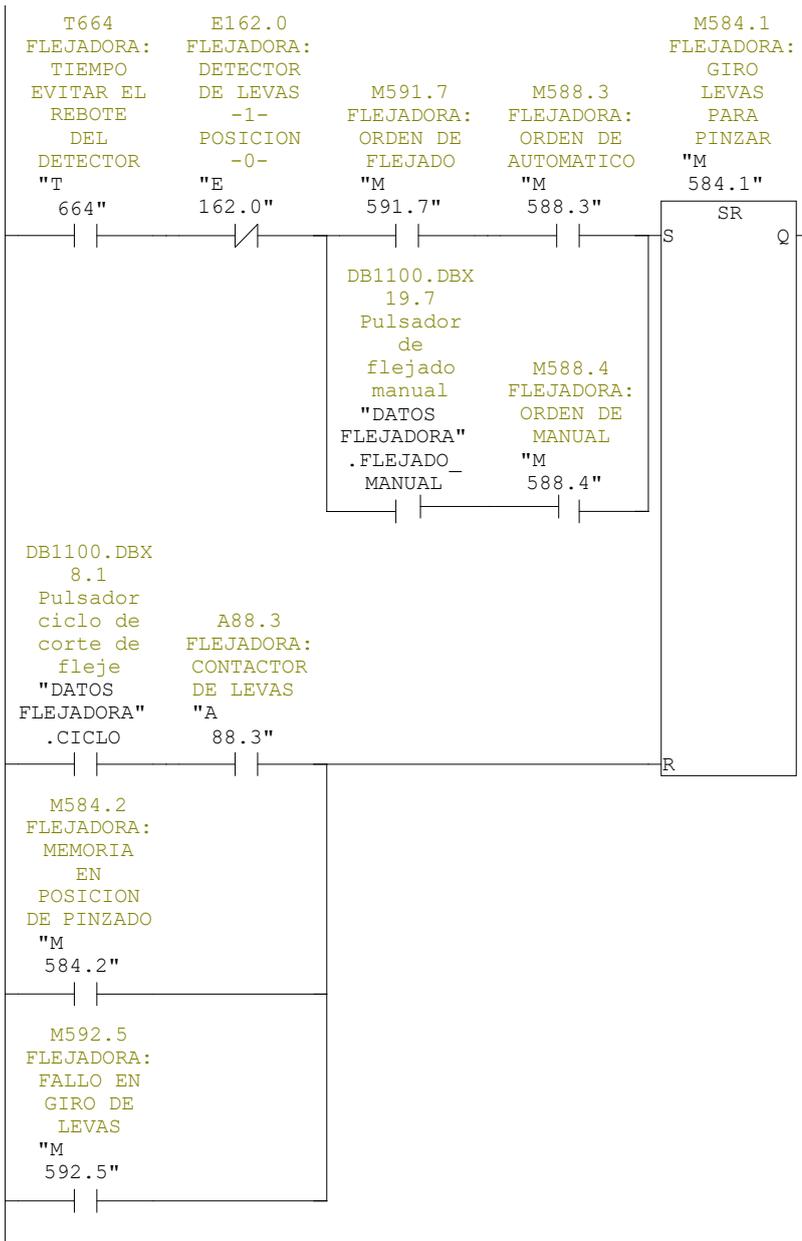


Segm.: 3 CONTACTOR LANZADO DE FLEJE

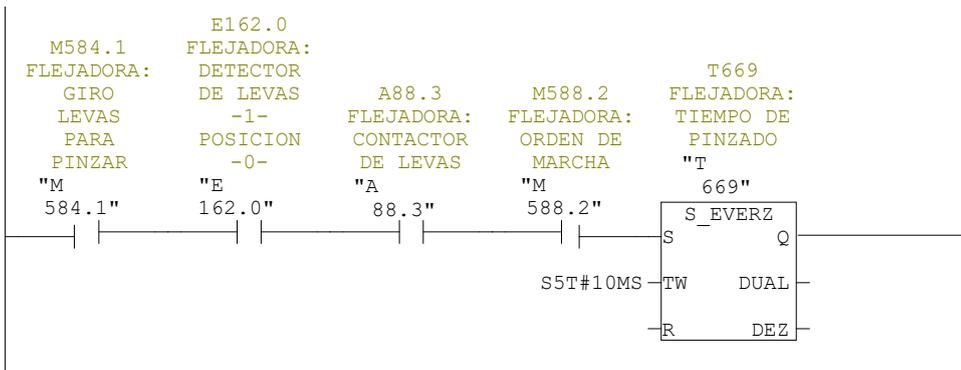


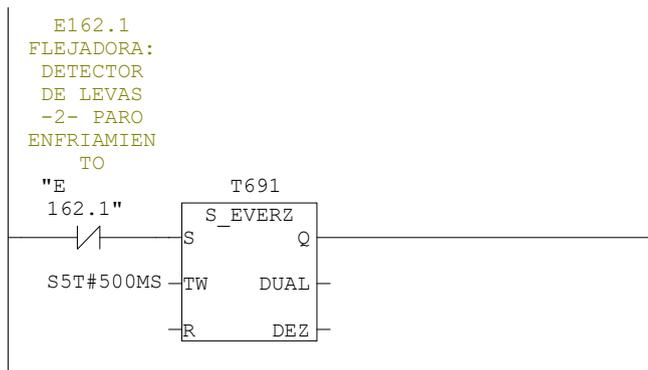
Segm.: 4 TIEMPO EVITAR EL REBOTE DEL DETECTOR



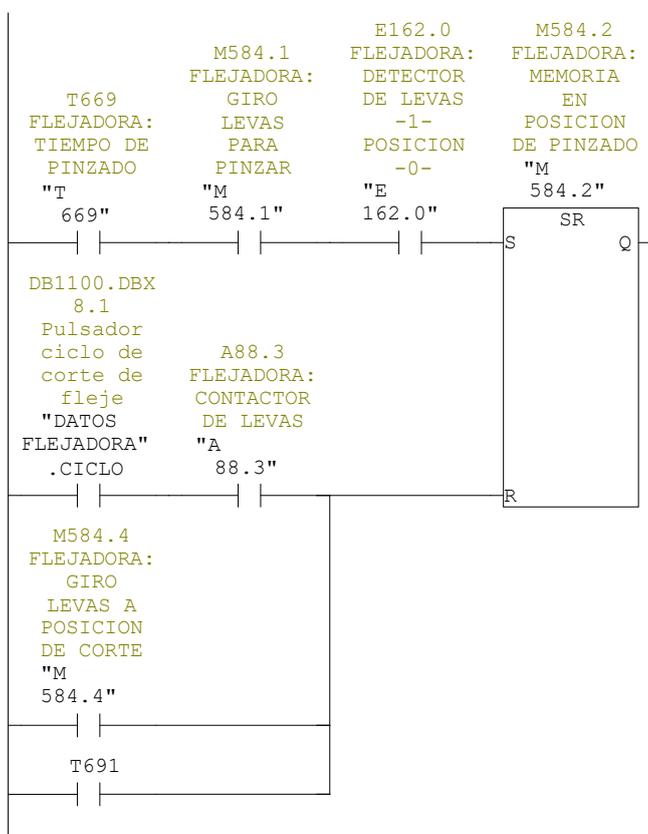


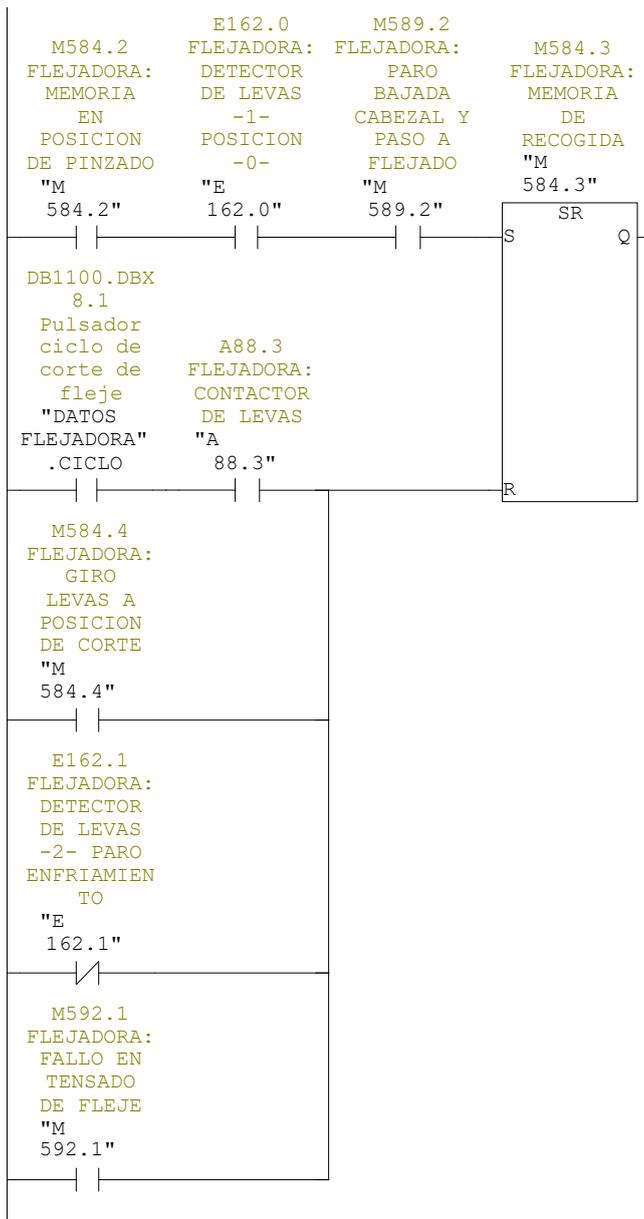
Segm.: 6 TIEMPO DE PINZADO



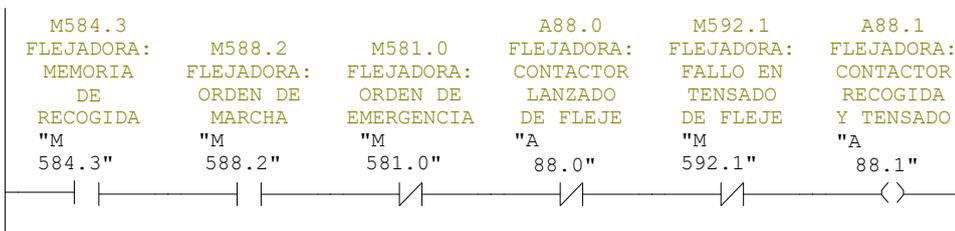


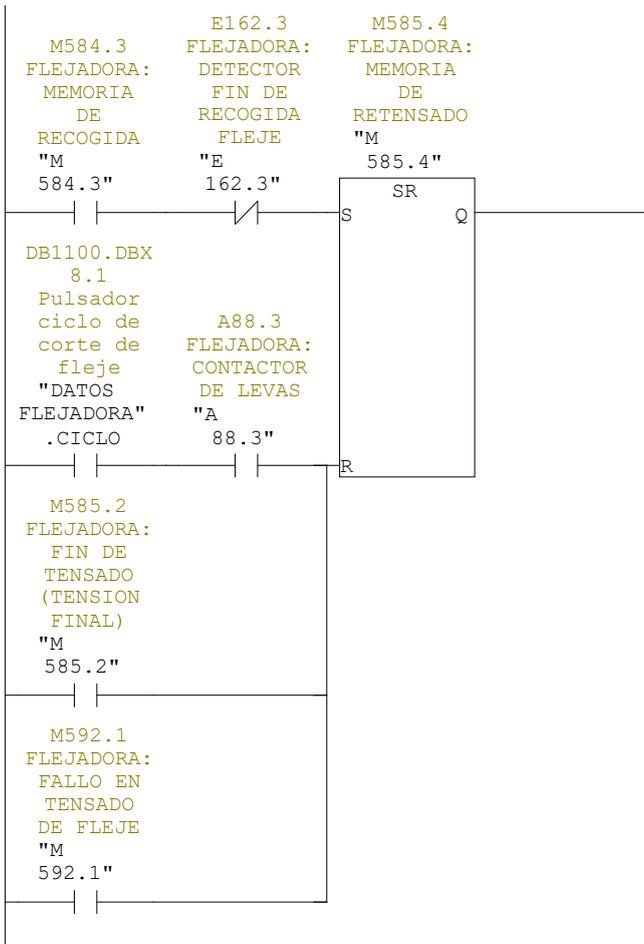
Segm.: 8 MEMORIA EN POSICION DE PINZADO



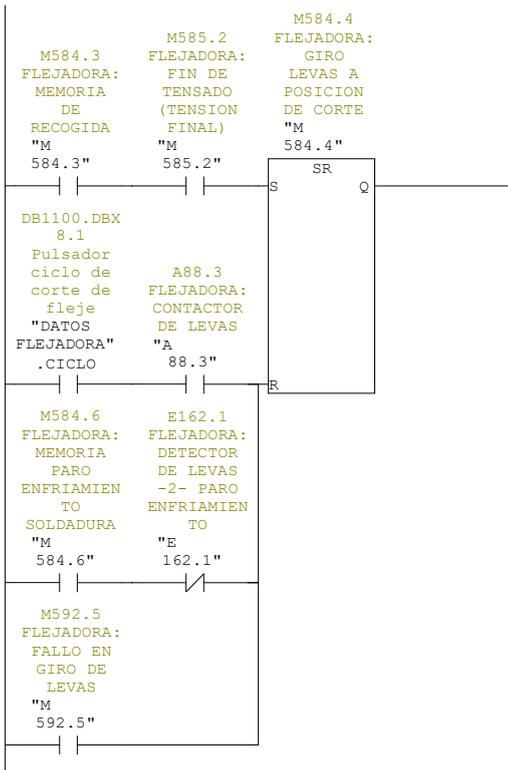


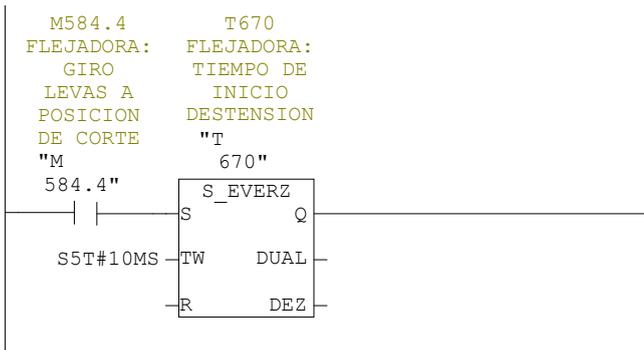
Segm.: 10 CONTACTOR RECOGIDA Y TENSADO



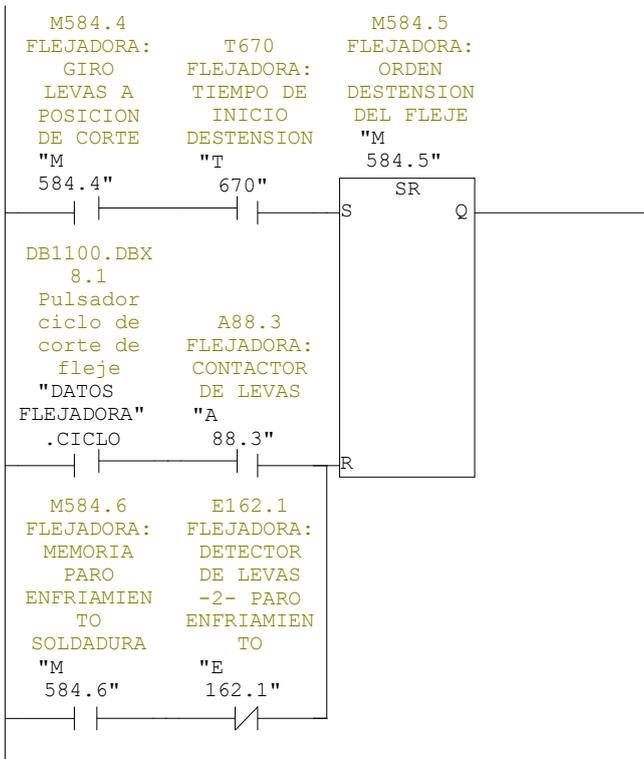


Segm.: 12 GIRO LEVAS A POSICION DE CORTE



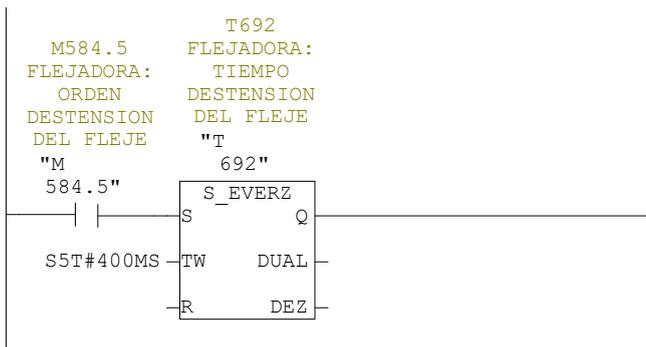


Segm.: 14 ORDEN DESTENSION DEL FLEJE

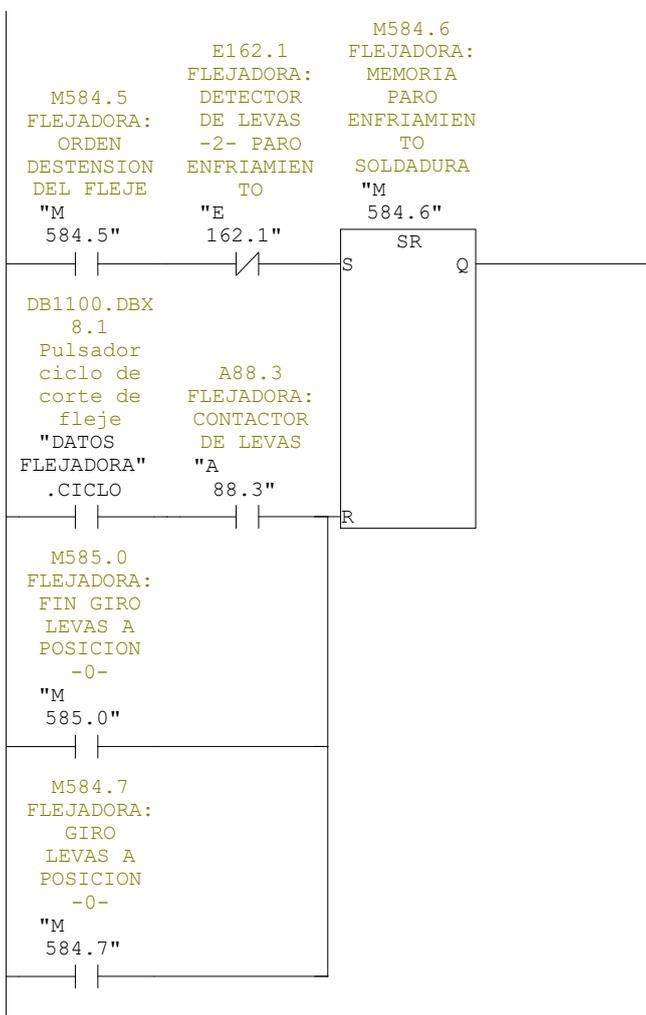


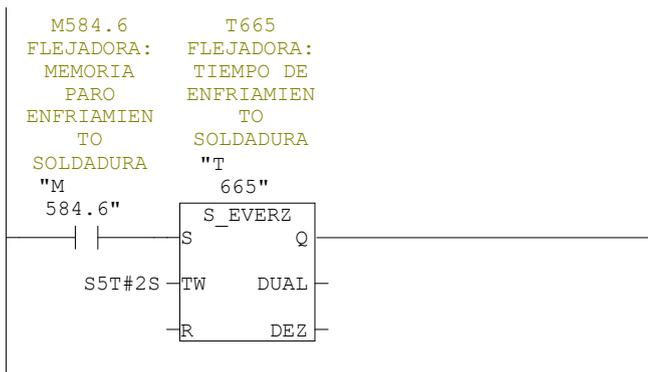
Segm.: 15 CONTACTOR DESTENSION DEL FLEJE



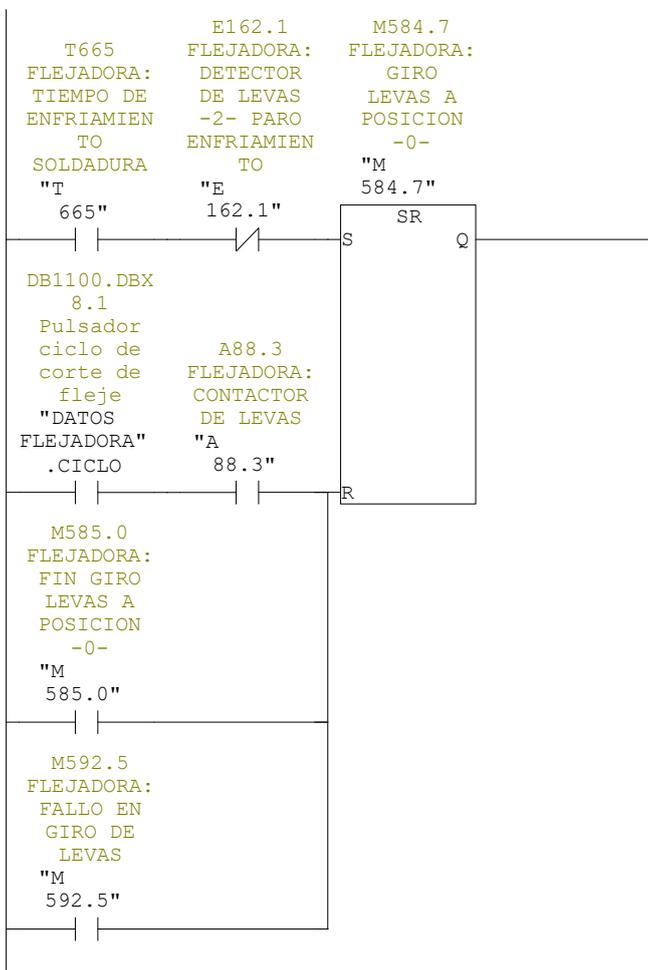


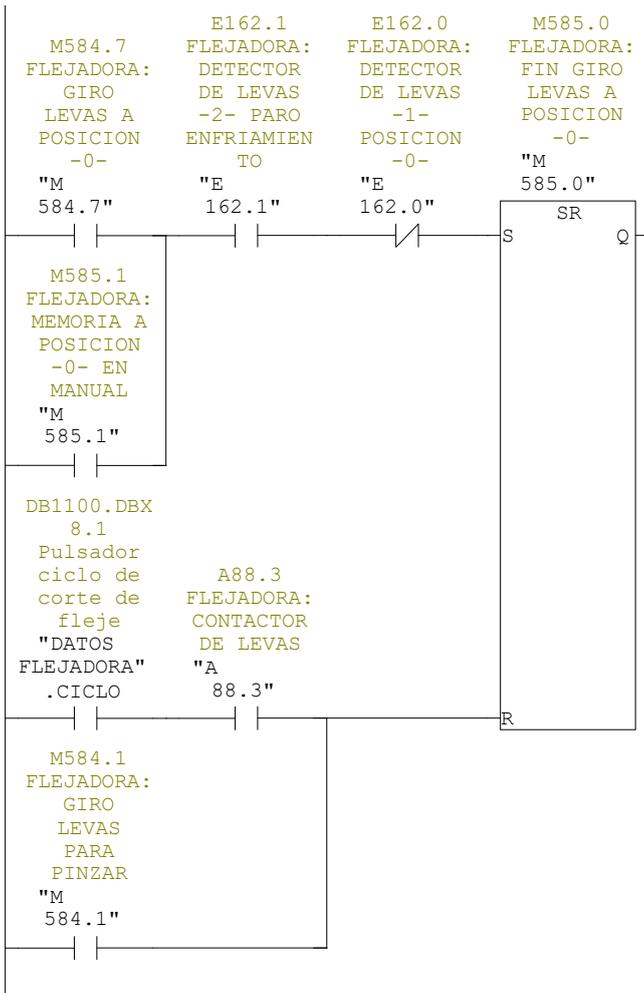
Segm.: 17 MEMORIA PARO ENFRIAMIENTO SOLDADURA



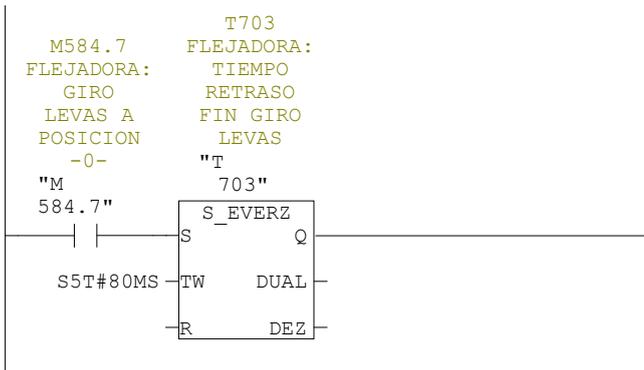


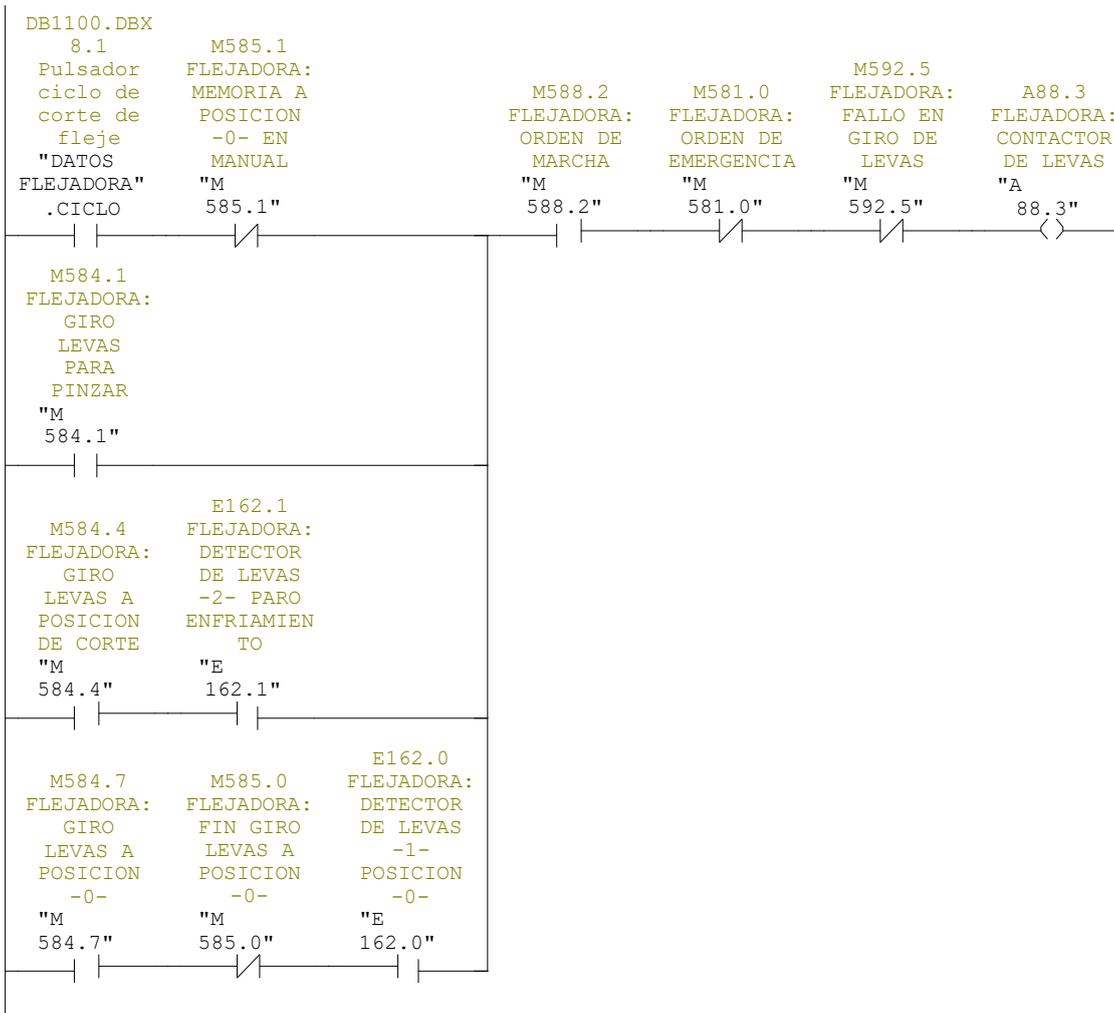
Segm.: 19 GIRO LEVAS A POSICION -0-



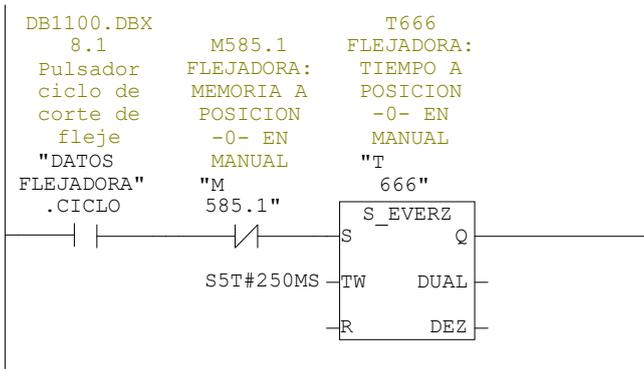


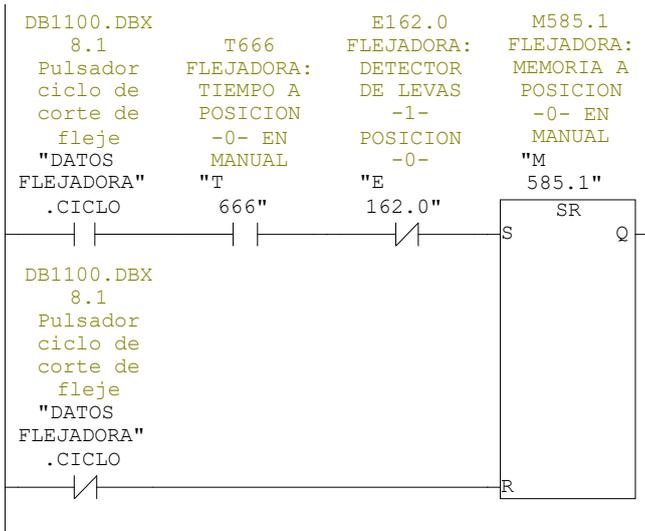
Segm.: 21 TIEMPO RETRASO FIN GIRO LEVAS



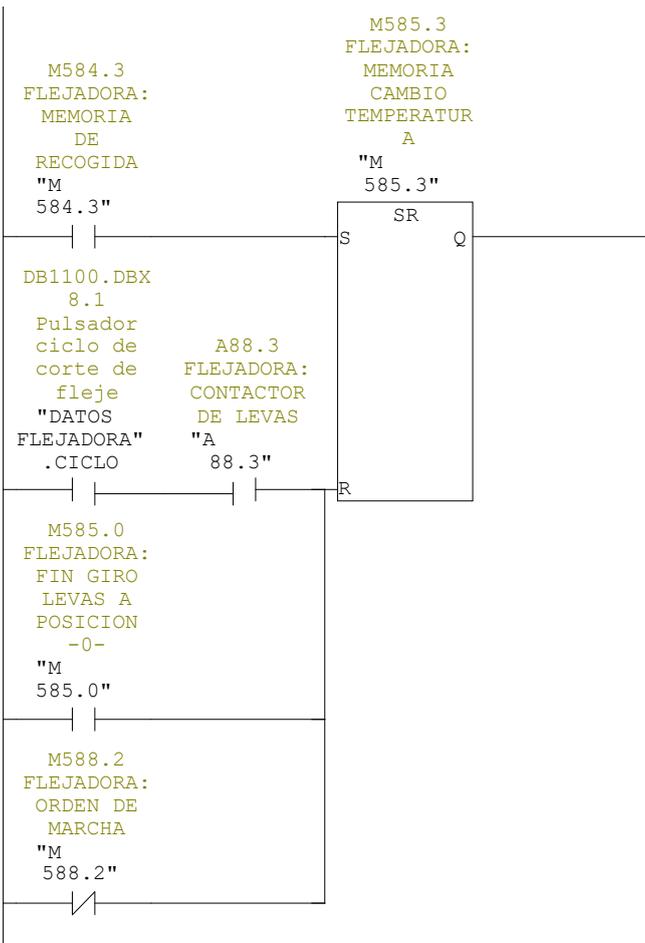


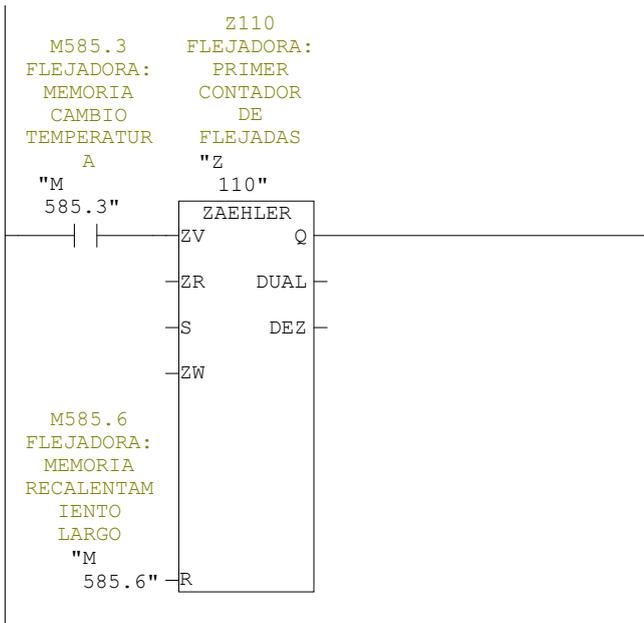
Segm.: 23 TIEMPO A POSICION -0- EN MANUAL





Segm.: 25 MEMORIA CAMBIO TEMPERATURA

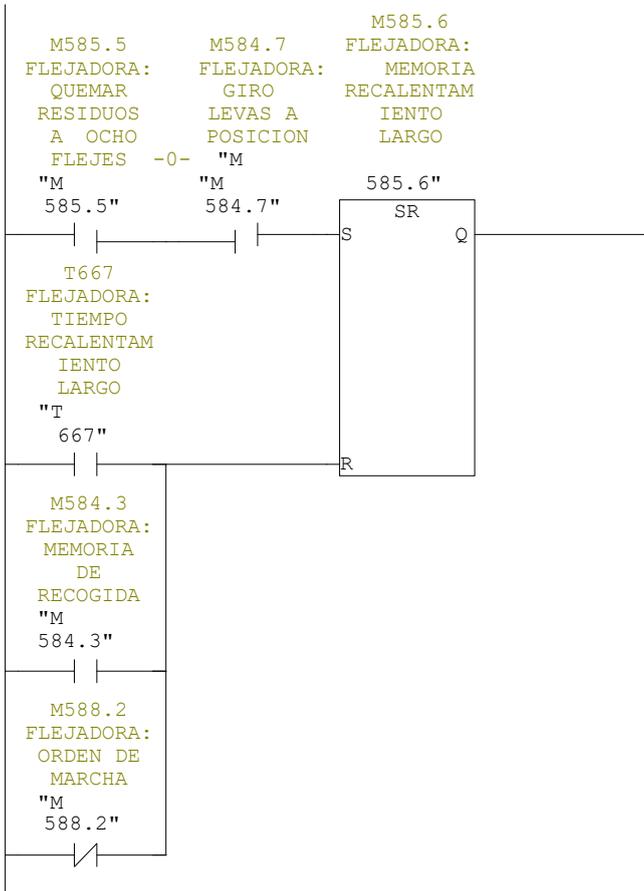


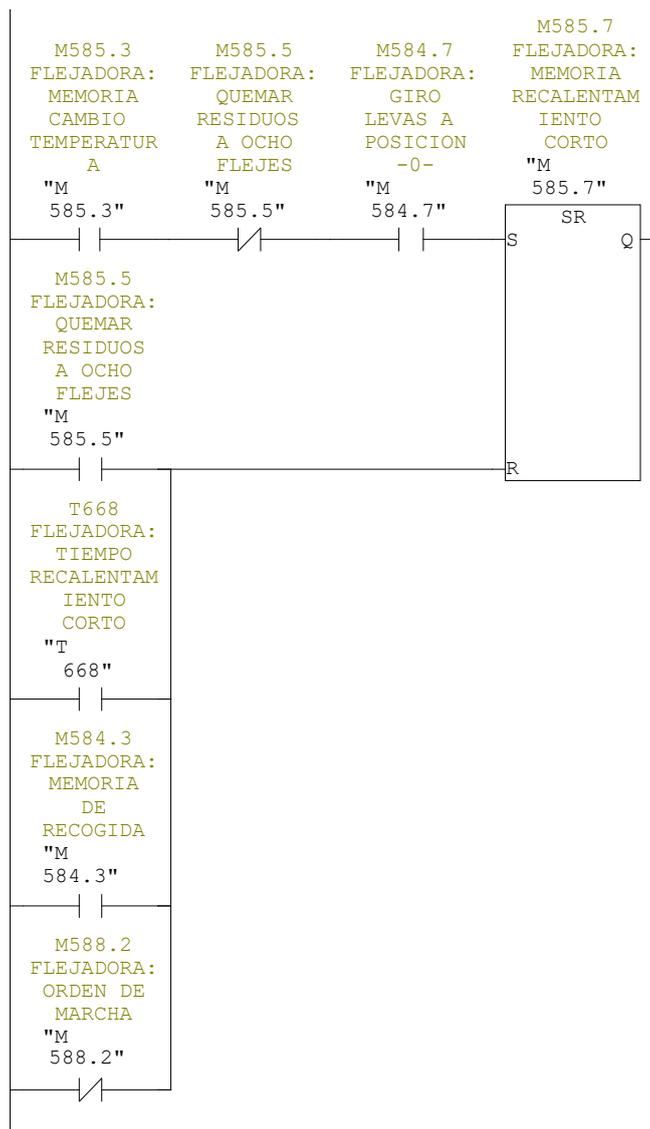


Segm.: 27

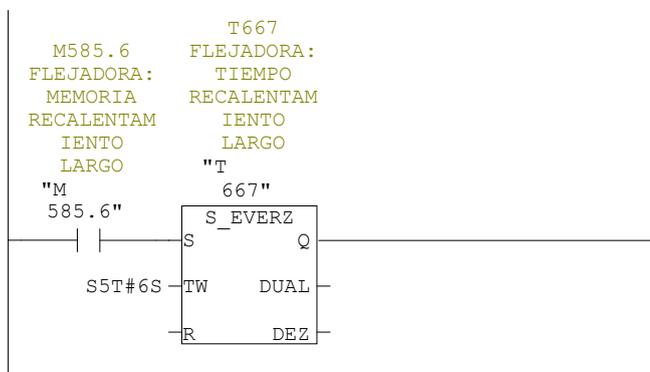
L	"Z	110"	Z110	-- FLEJADORA:PRIMER CONTADOR DE FLEJADAS
L	8			
==I				
=	"M	585.5"	M585.5	-- FLEJADORA:QUEMAR RESIDUOS A OCHO FLEJES

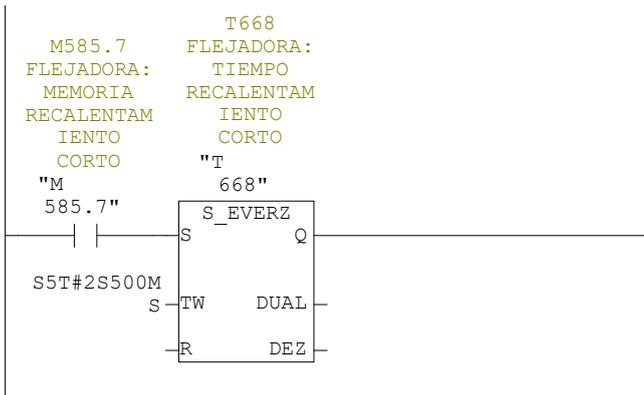
Segm.: 28 FLEJADORA:MEMORIA RECALENTAMIENTO LARGO



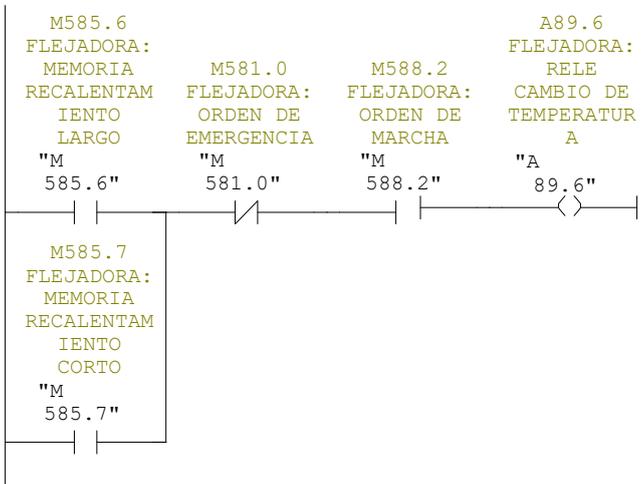


Segm.: 30 FLEJADORA:TIEMPO RECALENTAMIENTO LARGO

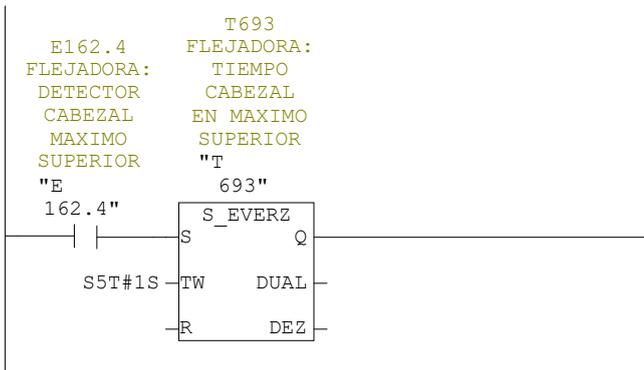


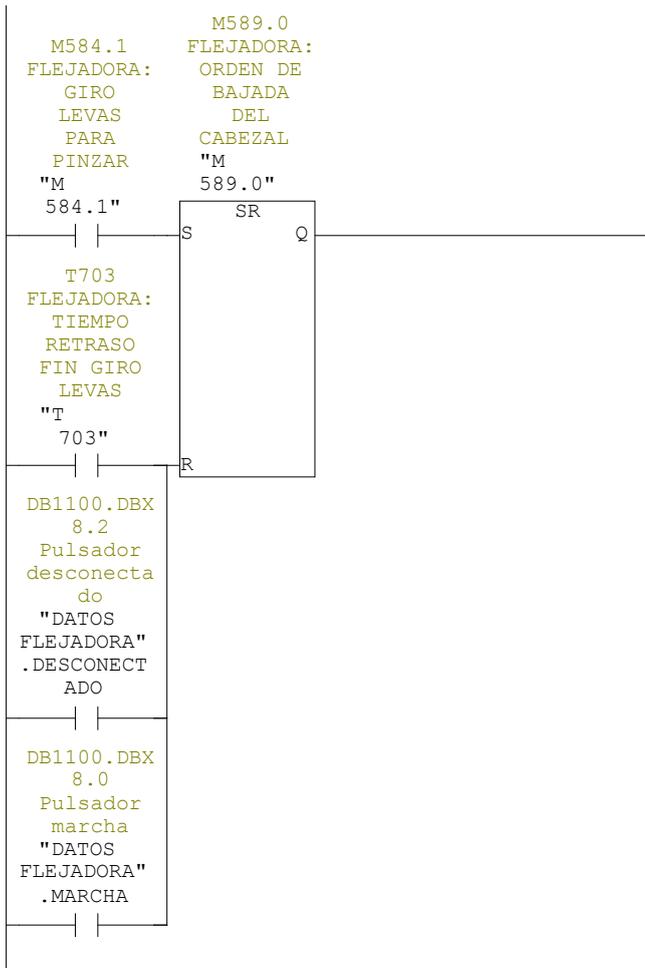


Segm.: 32 RELE CAMBIO DE TEMPERATURA



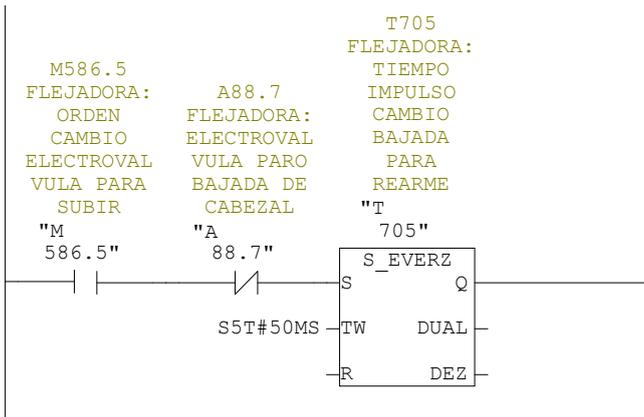
Segm.: 33 FLEJADORA:TIEMPO CABEZAL EN MAXIMO SUPERIOR



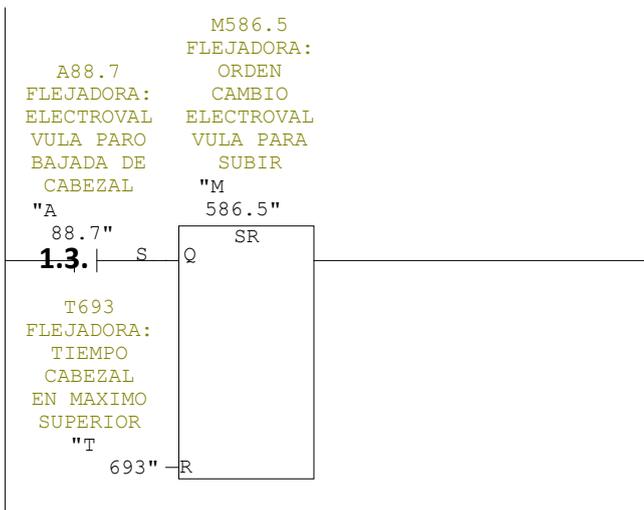


Segm.: 35 FLEJADORA:REARME ELECTROV.BAJADA PARA SUBIR

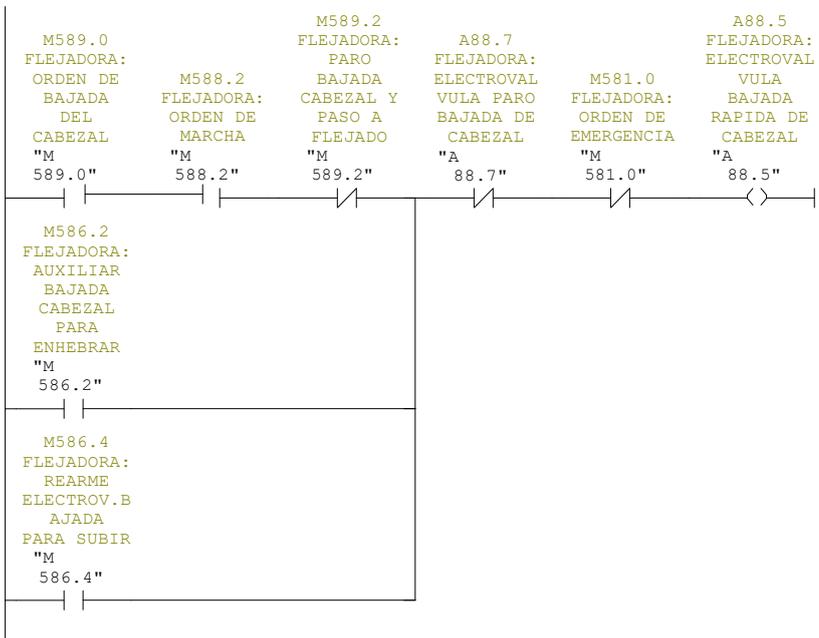


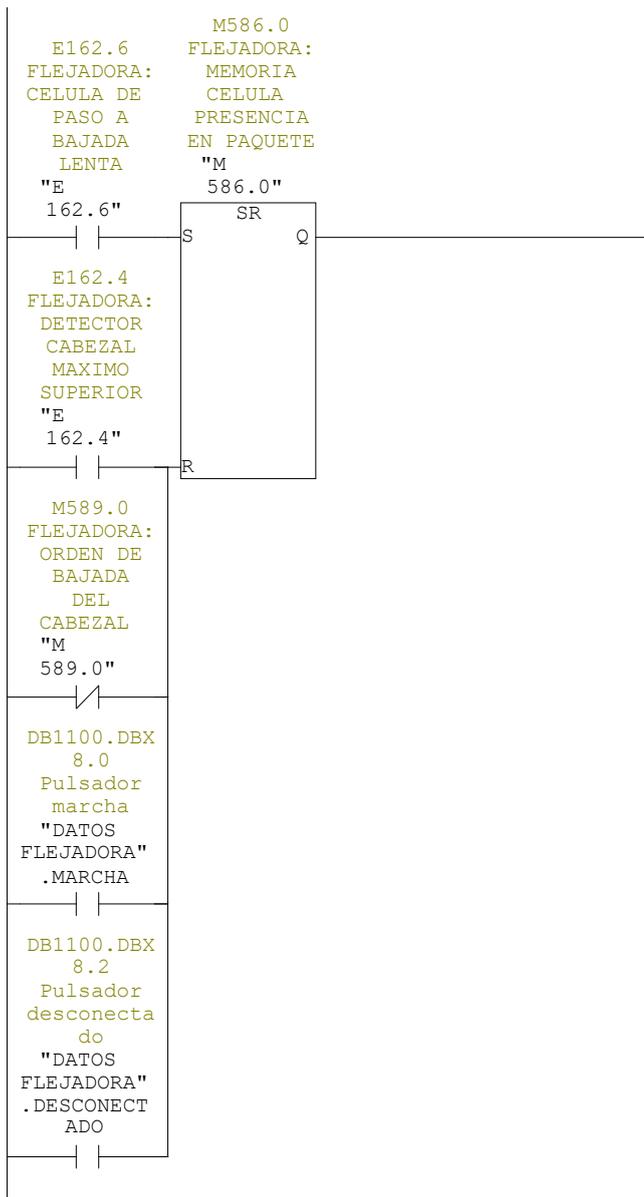


Segm.: 37 FLEJADORA:ORDEN CAMBIO ELECTROVALVULA PARA SUBIR

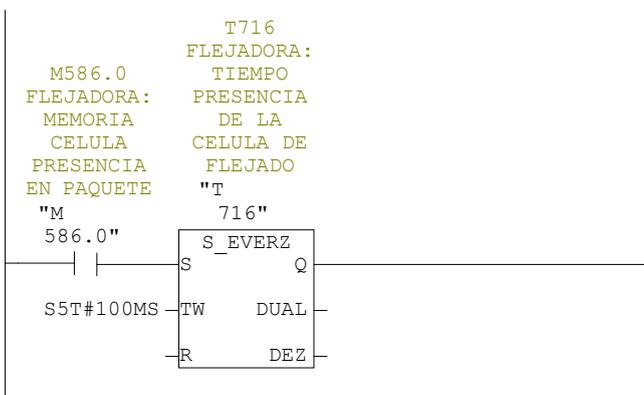


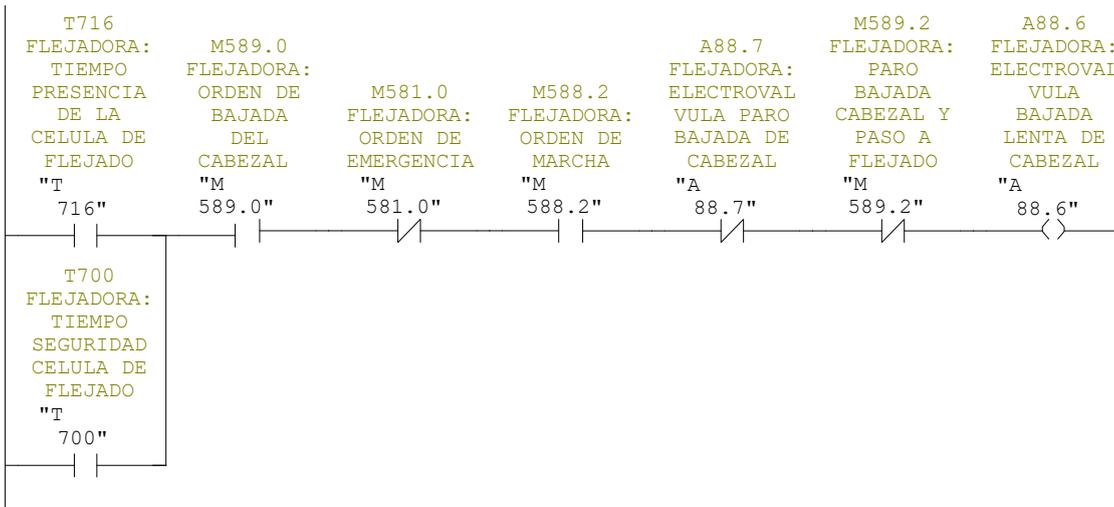
Segm.: 38 FLEJADORA:ELECTROVALVULA BAJADA RAPIDA DE CABEZAL



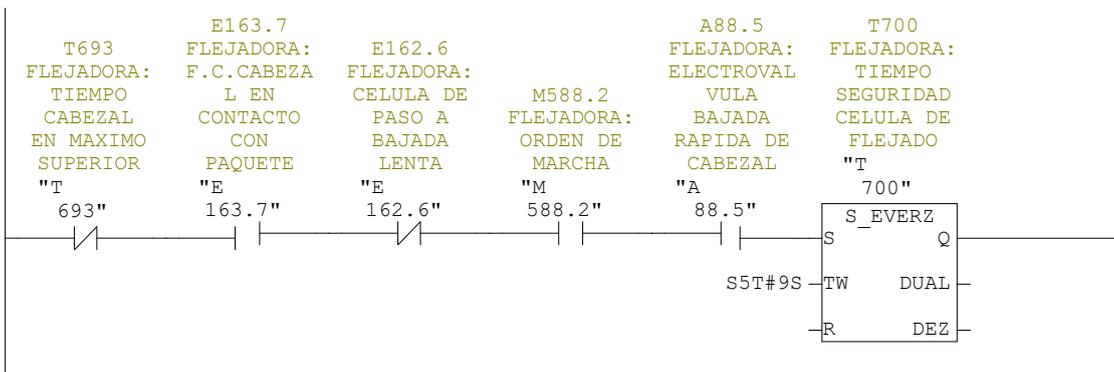


Segm.: 40 FLEJADORA:TIEMPO PRESENCIA DE LA CELULA DE FLEJADO



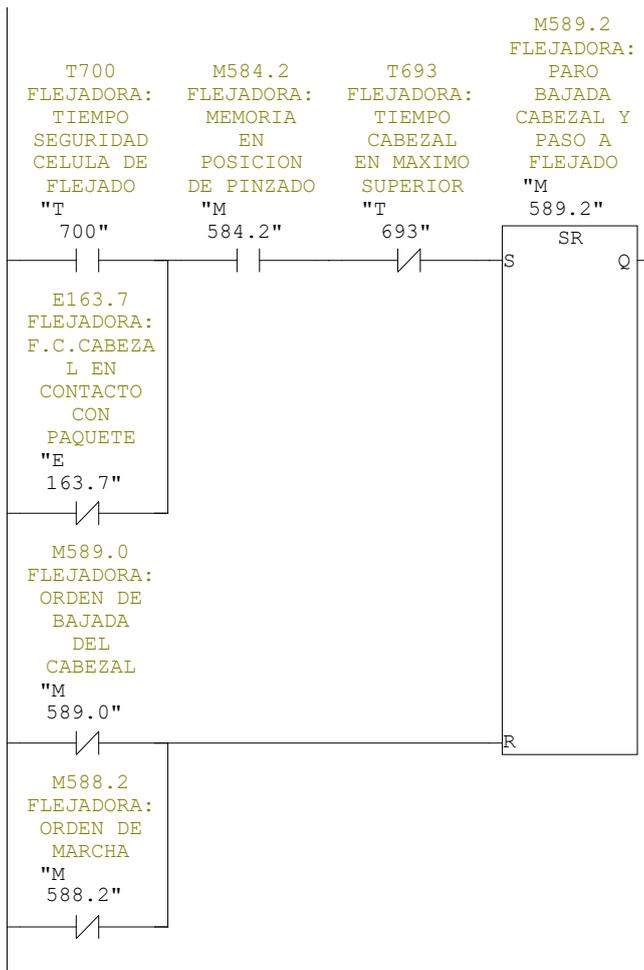


Segm.: 42 FLEJADORA:TIEMPO SEGURIDAD CELULA DE FLEJADO

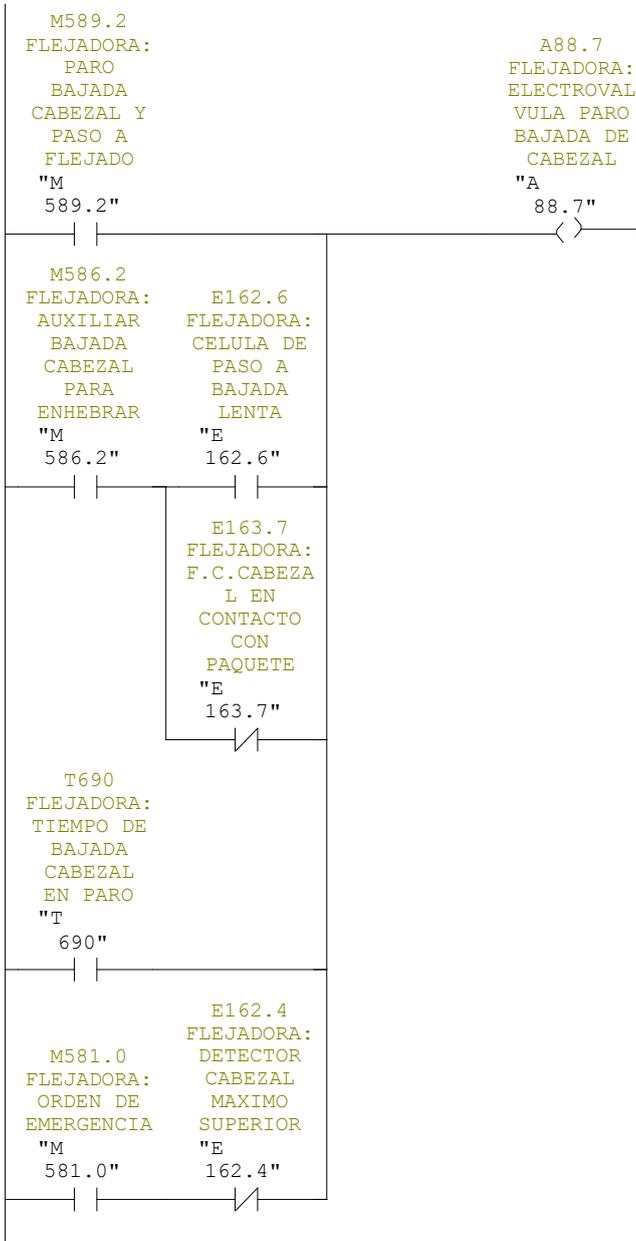


Segm.: 43 VISU: DETECTAR LLEGADA DEL FLEJE POR EL ARCO

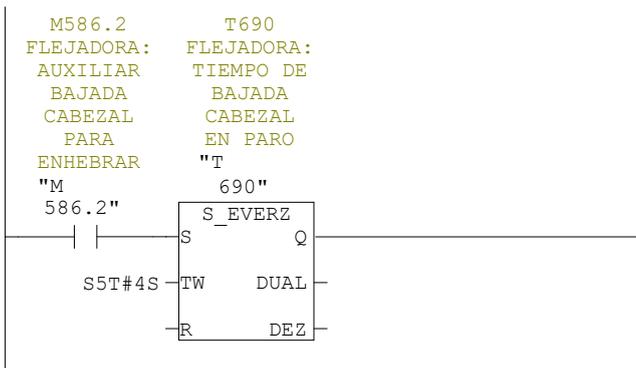




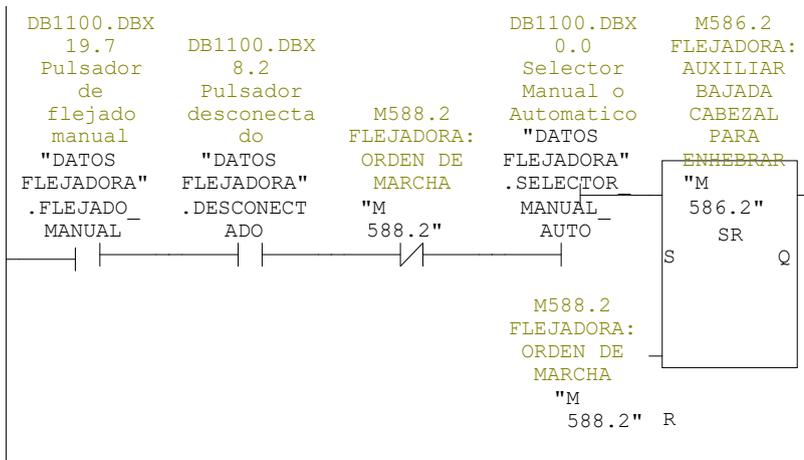
Segm.: 45 FLEJADORA:ELECTROVALVULA PARO BAJADA DE CABEZAL



Segm.: 46 FLEJADORA:TIEMPO DE BAJADA CABEZAL EN PARO



Segm.: 47 AUXILIAR BAJADA CABEZAL PARA ENHEBRAR



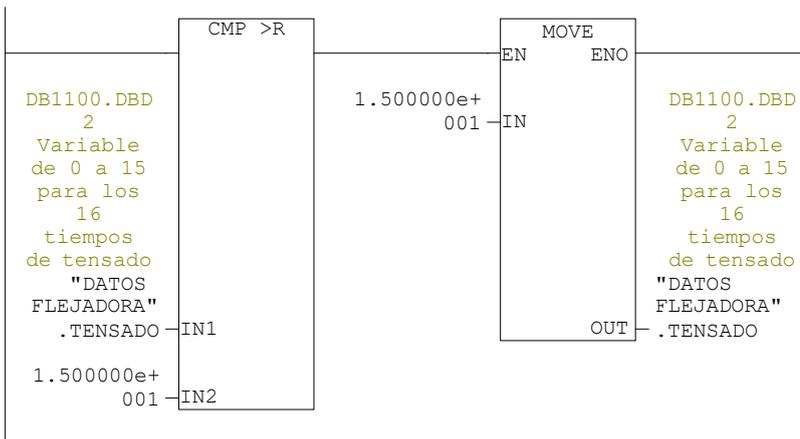
1.3. Bloque de función 582

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 18/05/2021 13:42:12
 Interface: 16/03/2021 09:05:42
 Longitud (bloque / código / datos): 00932 00720 00024

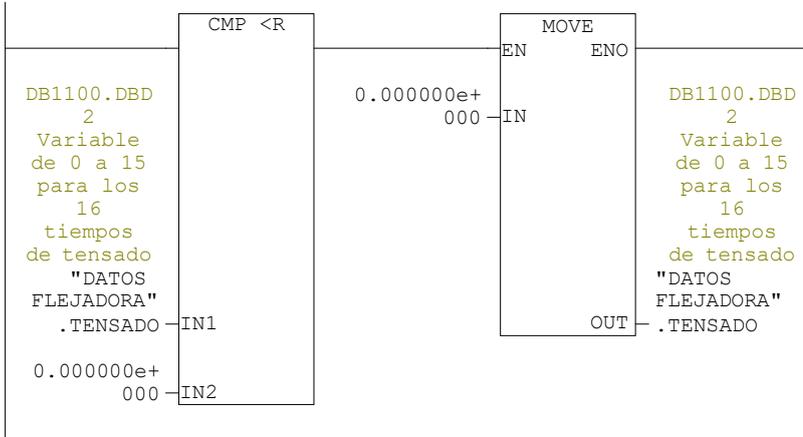
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Valor inicial	Comentario
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
STAT		0.0		
TEMP		0.0		
CONV_AKKU1	DWord	0.0		
CONV_AKKU2	DWord	4.0		
CONV_STW	Word	8.0		
CONV_INDEX	Word	10.0		
CONV_DT	Date_And_Time	12.0		
CONV_HDR	Struct	20.0		
TEMP17	Word	20.0		
TEMP18	Word	22.0		

Bloque: FB582

Segm.: 1 LIMITACION TENSADO MAXIMO

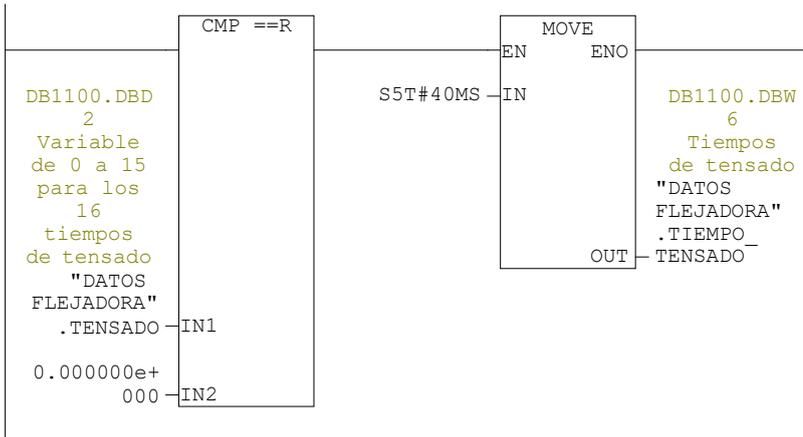


Segm.: 2 LIMITACION TENSADO MINIMO

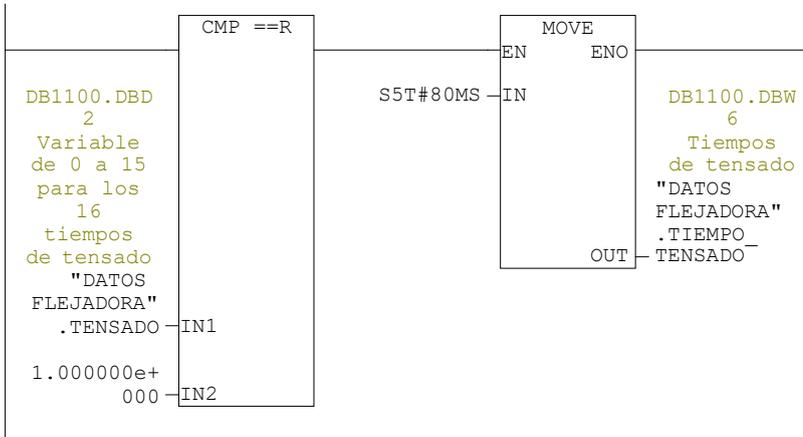


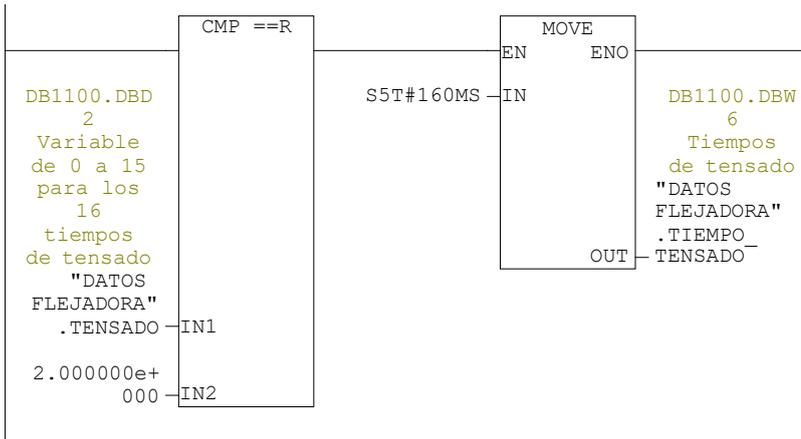
Segm.: 3 TIEMPO TENSADO SELECCION 0

tenemos 16 diferentes tiempos de tensado que varían en funcion de la selección de tensión.

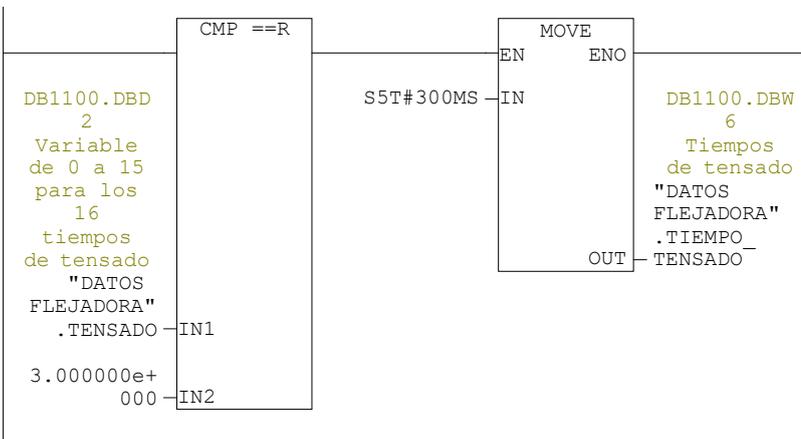


Segm.: 4 TIEMPO TENSADO SELECCION 1

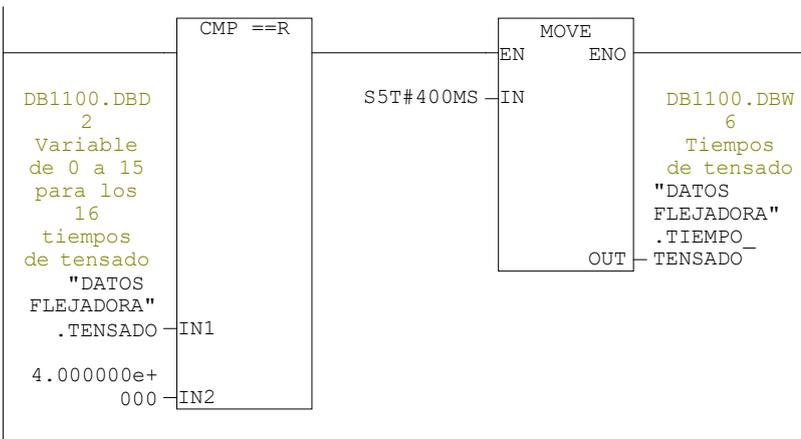


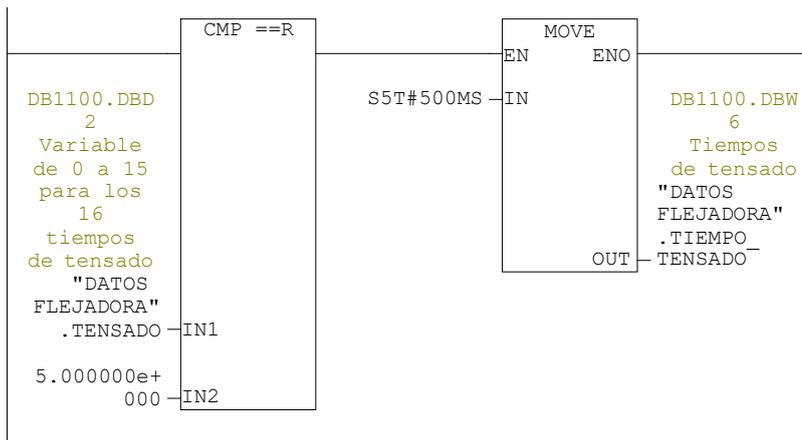


Segm.: 6 TIEMPO TENSADO SELECCION 3

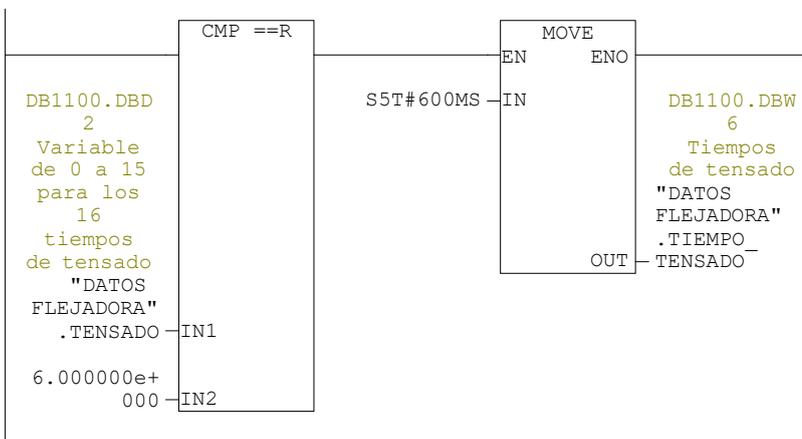


Segm.: 7 TIEMPO TENSADO SELECCION 4

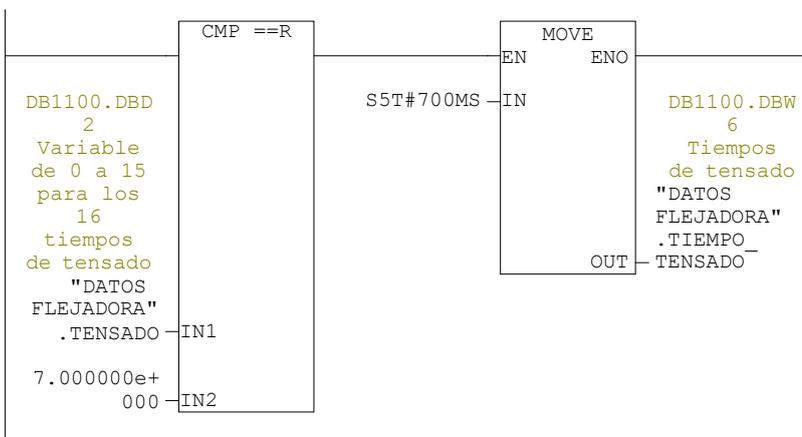


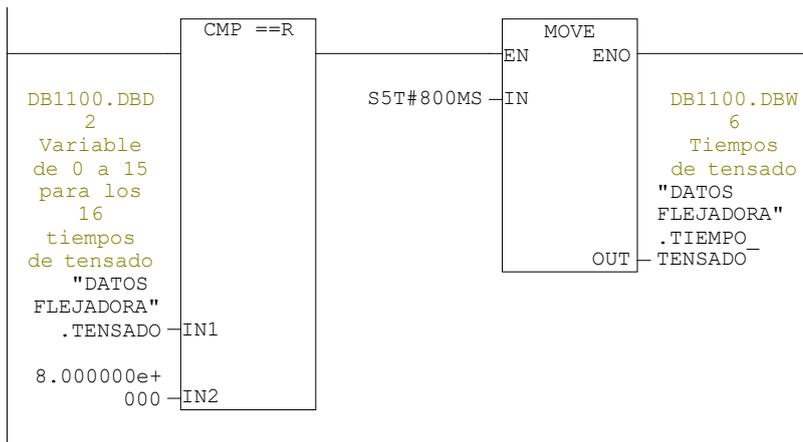


Segm.: 9 TIEMPO TENSADO SELECCION 6

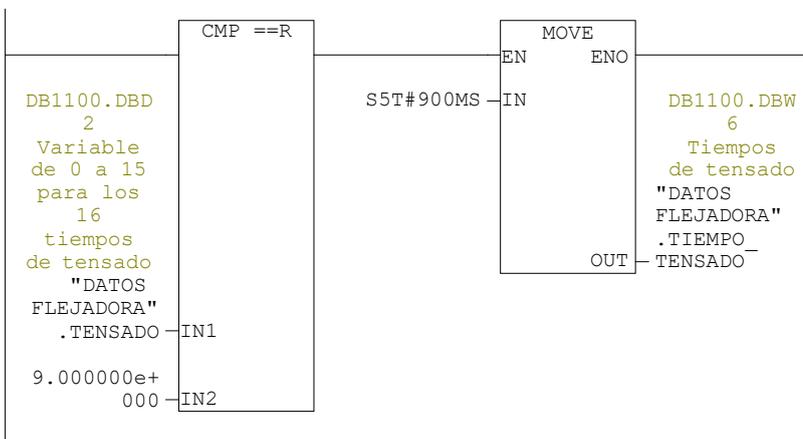


Segm.: 10 TIEMPO TENSADO SELECCION 7

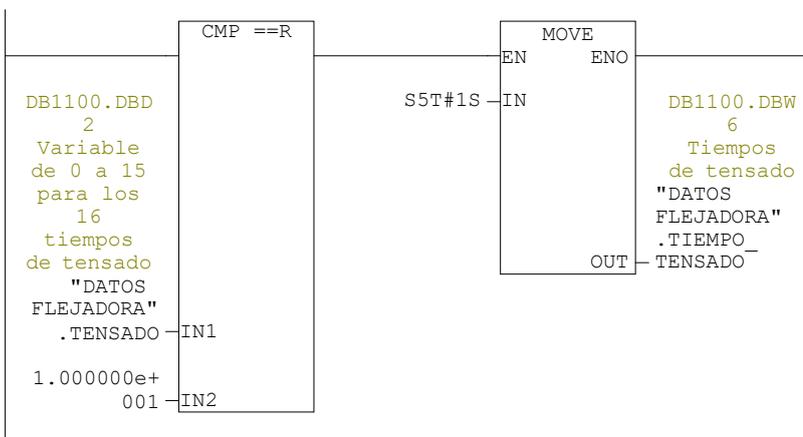


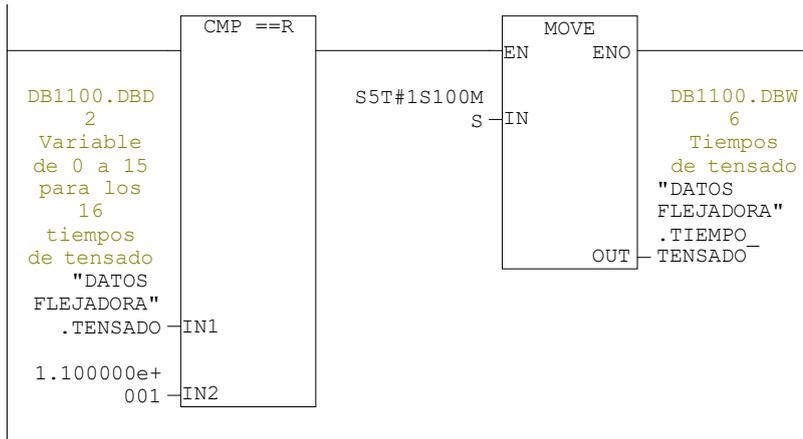


Segm.: 12 TIEMPO TENSADO SELECCION 9

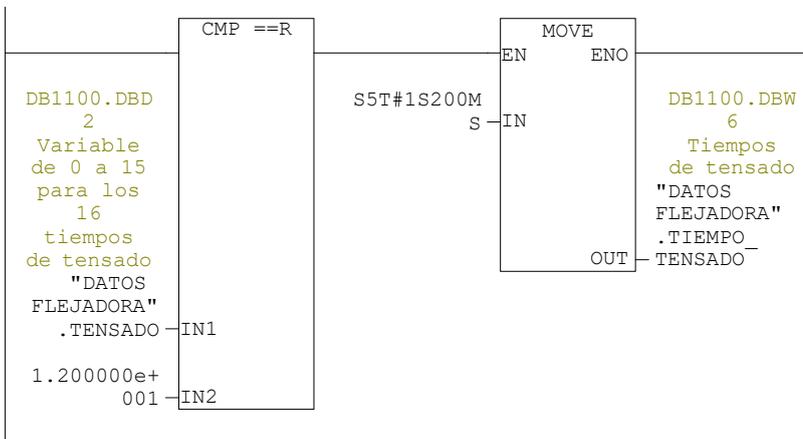


Segm.: 13 TIEMPO TENSADO SELECCION 10

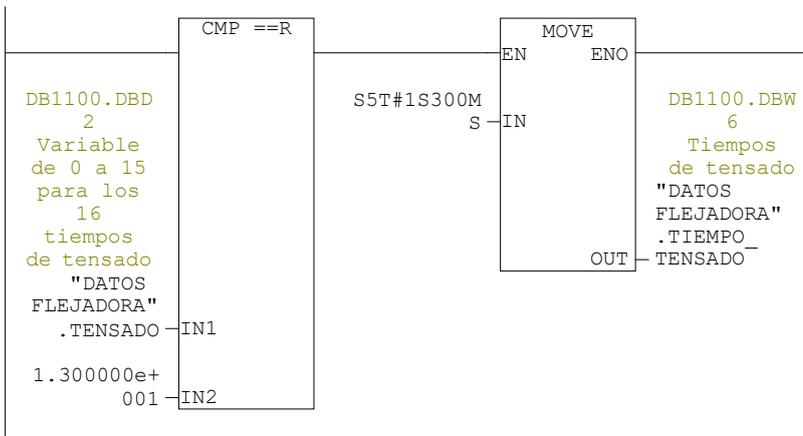


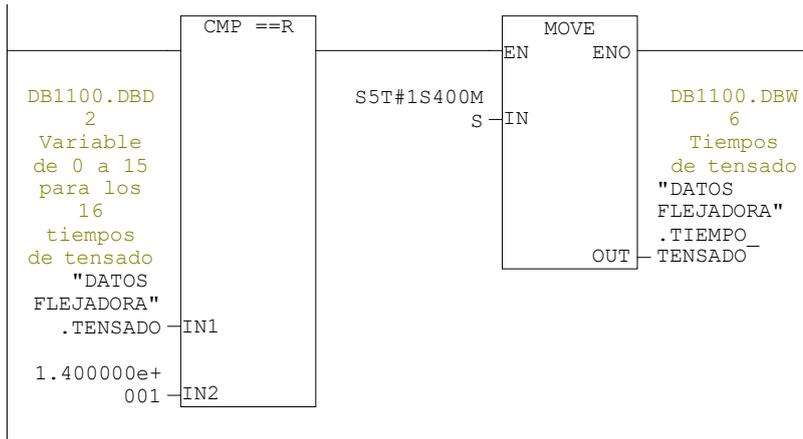


Segm.: 15 TIEMPO TENSADO SELECCION 12

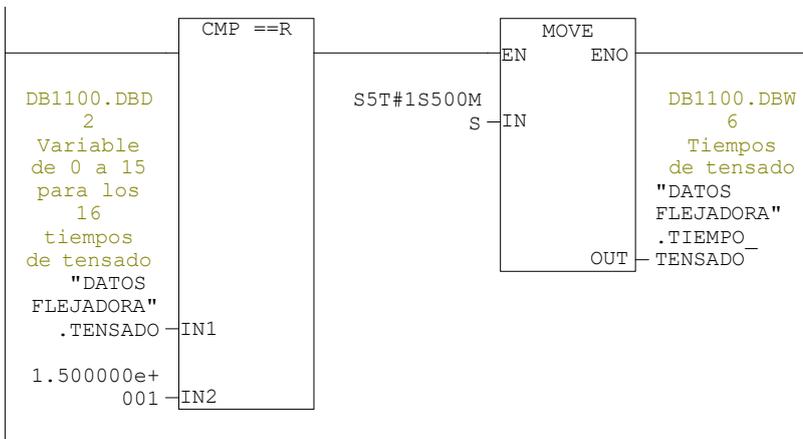


Segm.: 16 TIEMPO TENSADO SELECCION 13

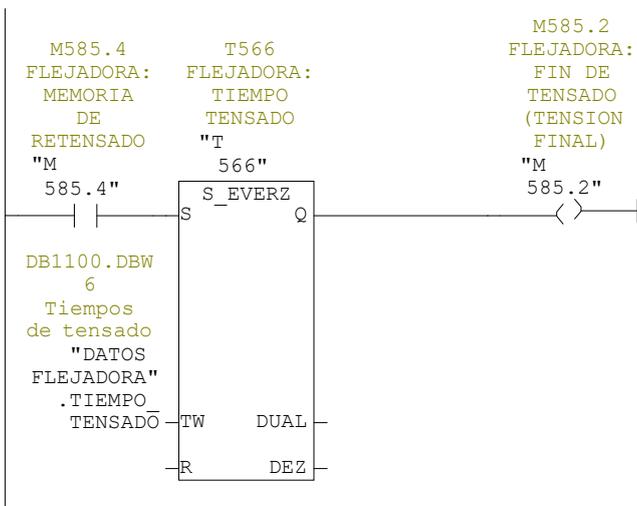




Segm.: 18 TIEMPO TENSADO SELECCION 15



Segm.: 19 FLEJADORA: TIEMPO TENSADO



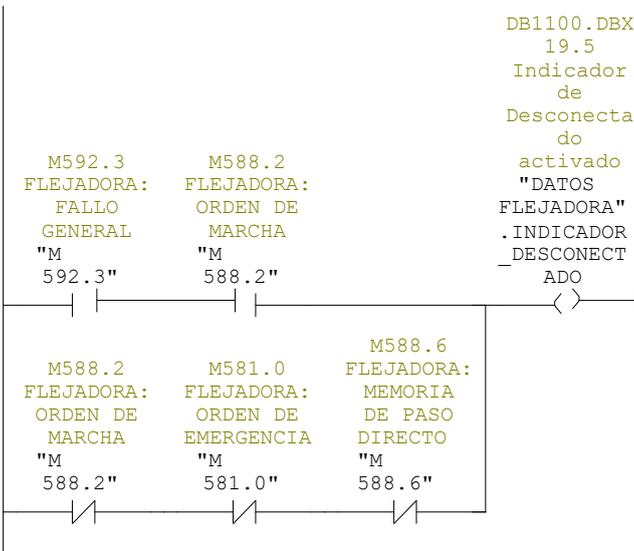
1.4. Bloque de función 583

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 21/05/2021 11:33:33
 Interface: 16/03/2021 09:05:42
 Longitud (bloque / código / datos): 00504 00358 00024

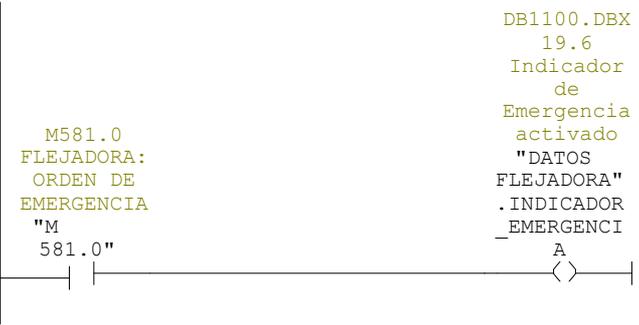
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Valor inicial	Comentario
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
STAT		0.0		
TEMP		0.0		
CONV_AKKU1	DWord	0.0		
CONV_AKKU2	DWord	4.0		
CONV_STW	Word	8.0		
CONV_INDEX	Word	10.0		
CONV_DT	Date_And_Time	12.0		
CONV_HDR	Struct	20.0		
TEMP17	Word	20.0		
TEMP18	Word	22.0		

Bloque: FB583

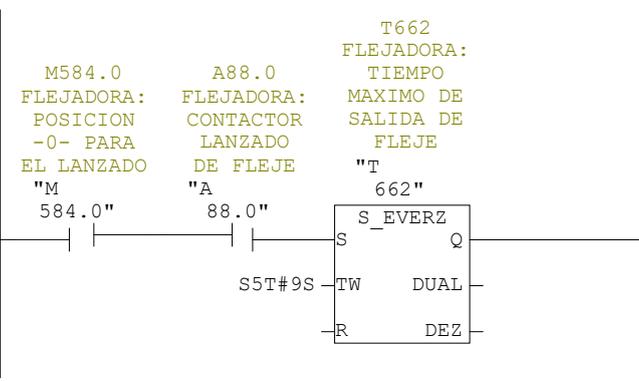
Segm.: 1 INDICADOR DE DESCONECTADO



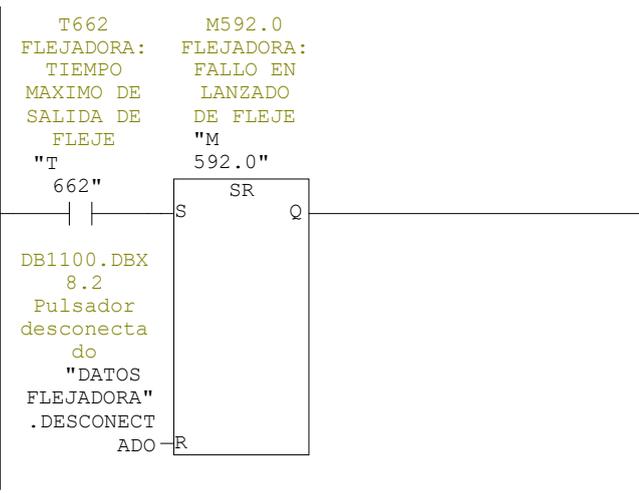
Segm.: 2 INDICADOR DE EMERGENCIA



Segm.: 3 TIEMPO MAXIMO DE SALIDA DE FLEJE

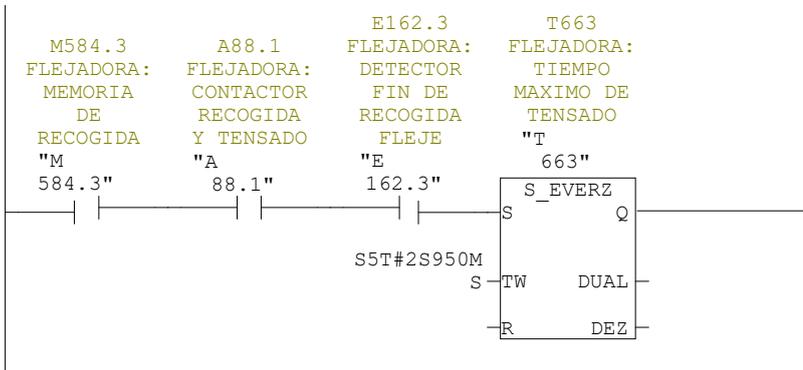


Segm.: 4 FALLO EN LANZADO DE FLEJE

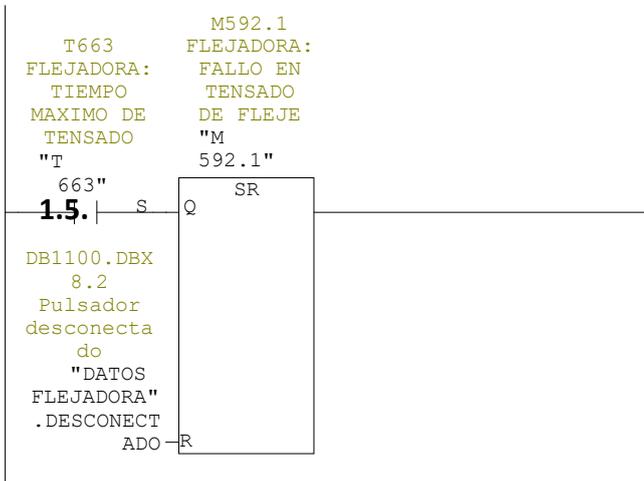




Segm.: 6 TIEMPO MAXIMO DE TENSADO

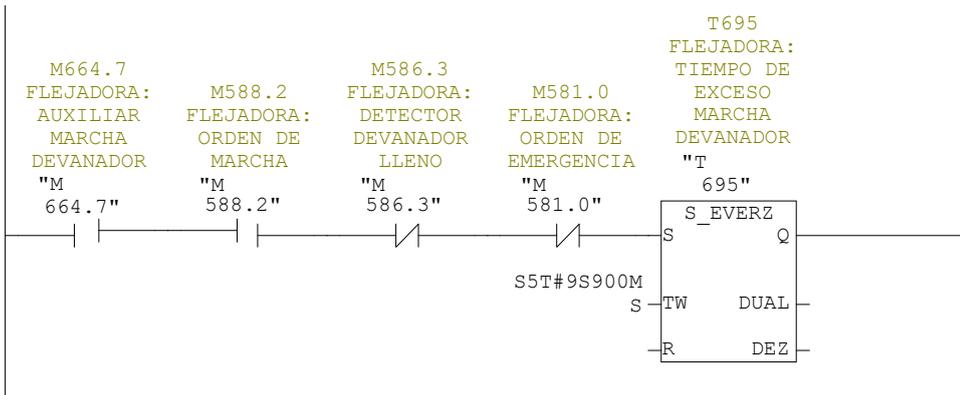


Segm.: 7 FALLO EN TENSADO DE FLEJE

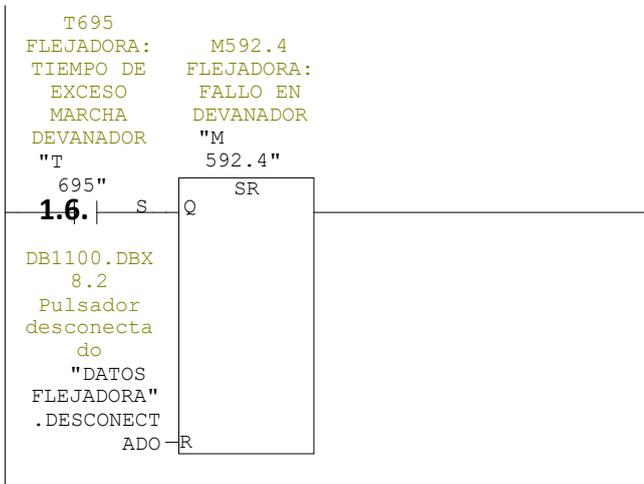


Segm.: 8 VISU FALLO TENSADO FLEJE





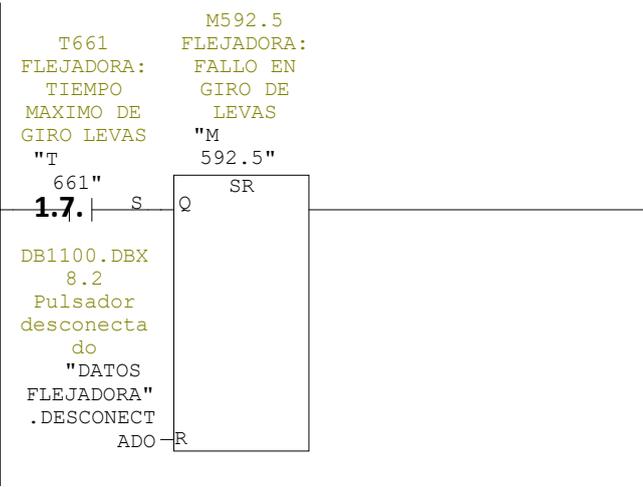
Segm.: 10 FALLO EN DEVANADOR



Segm.: 11 VISU FALLO DEVANADOR



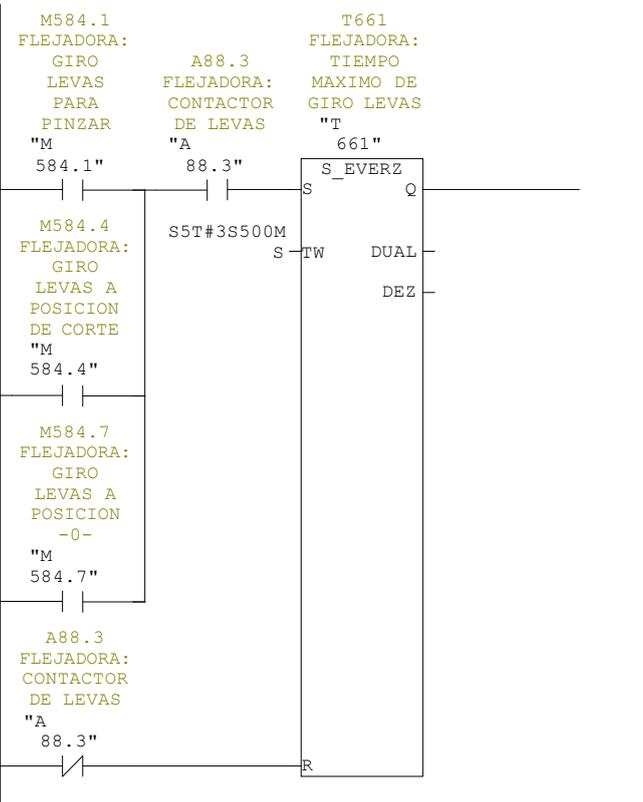
Segm.: 12 FALLO EN GIRO DE LEVAS



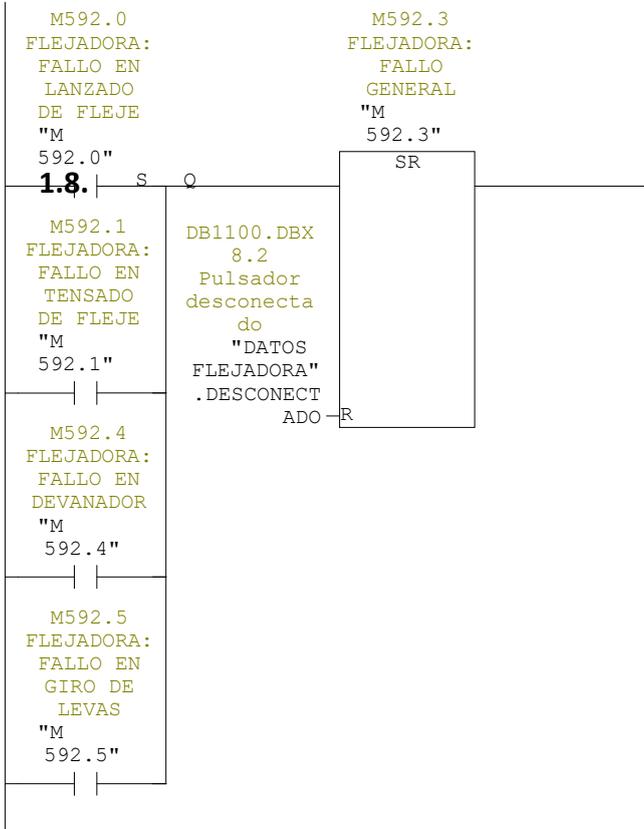
Segm.: 13 VISU FALLO GIRO DE LEVAS



Segm.: 14 TIEMPO MAXIMO DE GIRO LEVAS



Segm.: 15 FALLO GENERAL



Segm.: 16 VISU FALLO GENERAL



Segm.: 17 COMUNICACION PLC-HMI SIEMPRE A 1



1.5. Bloque de función 584

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 21/05/2021 11:33:33
 Interface: 16/03/2021 09:05:42
 Longitud (bloque / código / datos): 00934 00768 00024

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Valor inicial	Comentario
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
STAT		0.0		
TEMP		0.0		
CONV_AKKU1	DWord	0.0		
CONV_AKKU2	DWord	4.0		
CONV_STW	Word	8.0		
CONV_INDEX	Word	10.0		
CONV_DT	Date_And_Time	12.0		
CONV_HDR	Struct	20.0		
TEMP17	Word	20.0		
TEMP18	Word	22.0		

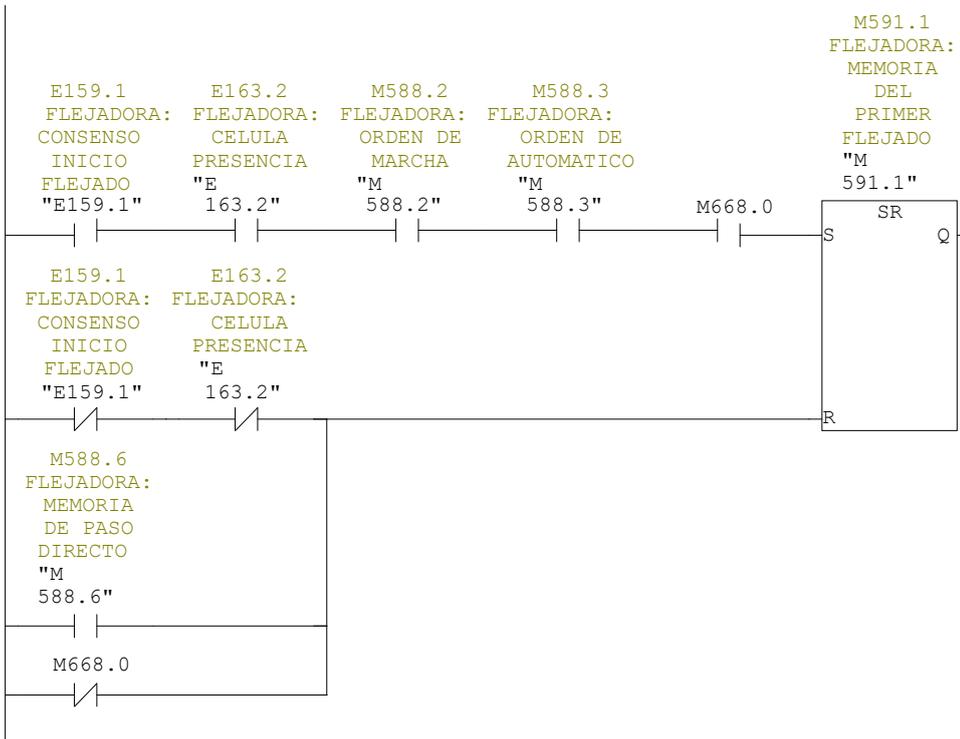
Bloque: FB584

Segm.: 1 IMPULSO DE FLEJADO

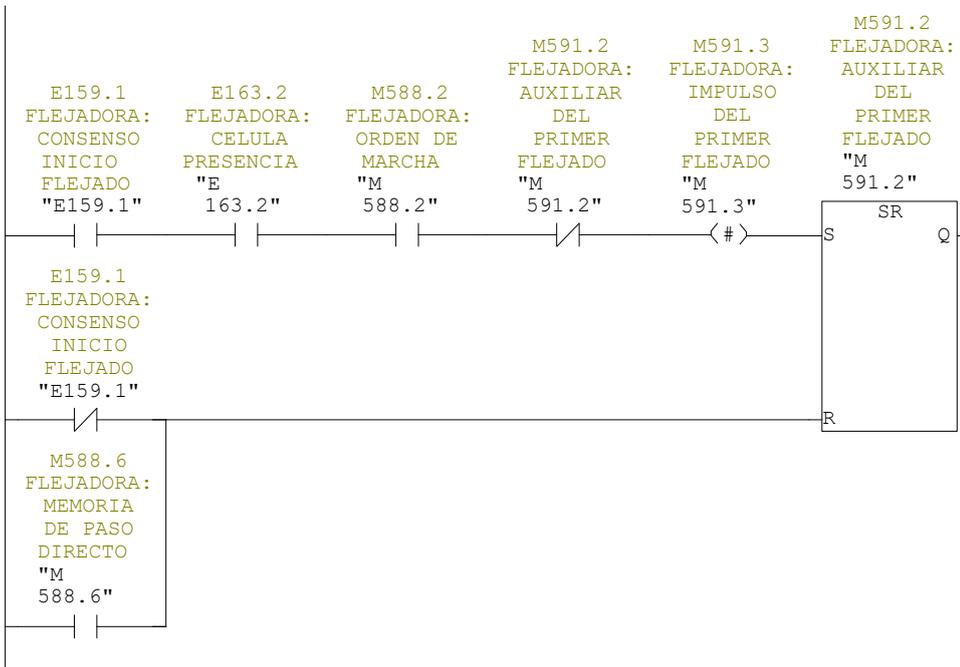
```

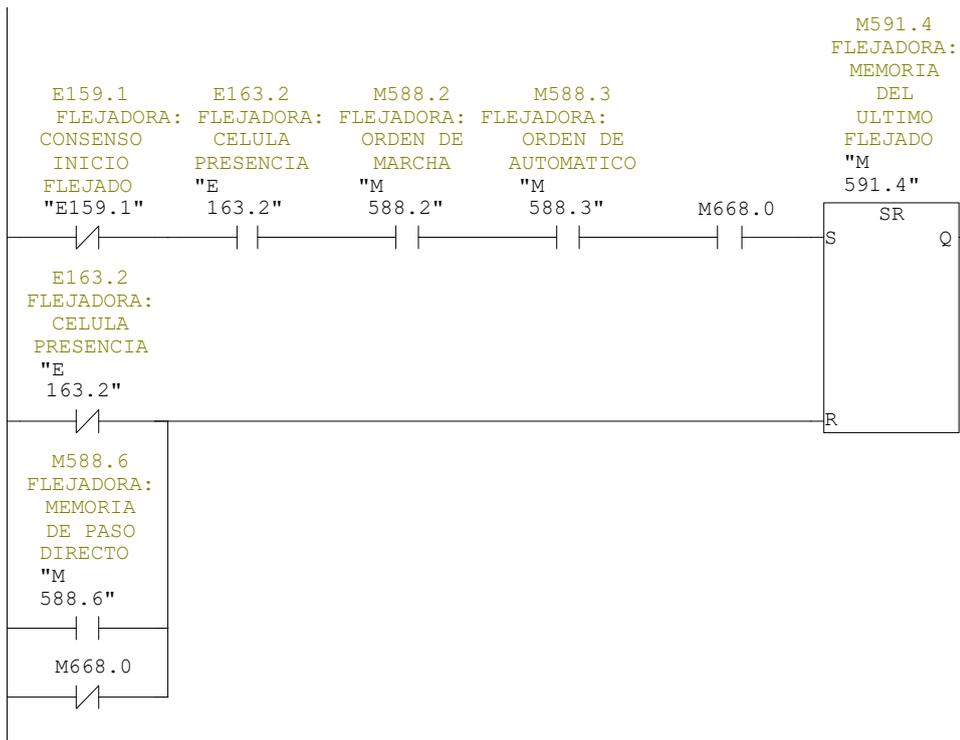
M591.3
FLEJADORA: M588.6
IMPULSO FLEJADORA: M591.0
DEL MEMORIA FLEJADORA:
PRIMER DE PASO IMPULSO
FLEJADO DIRECTO DE FLEJADO
"M "M "M
591.3" 588.6" 591.0"
    
```

Segm.: 2 MEMORIA DEL PRIMER FLEJADO

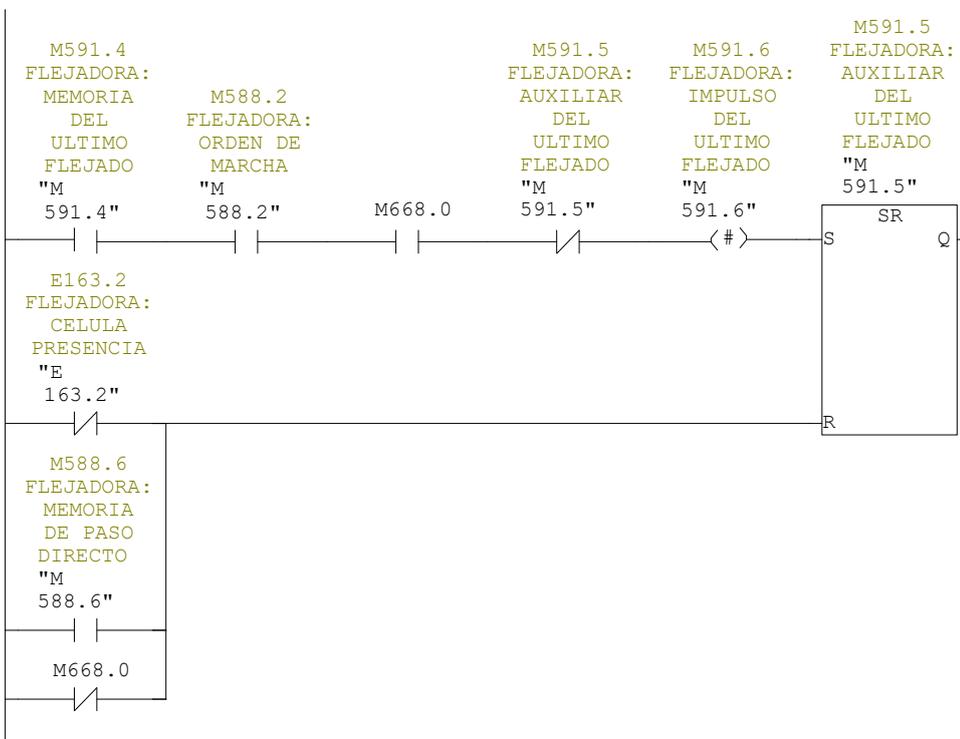


Segm.: 3 AUXILIAR DEL PRIMER FLEJADO

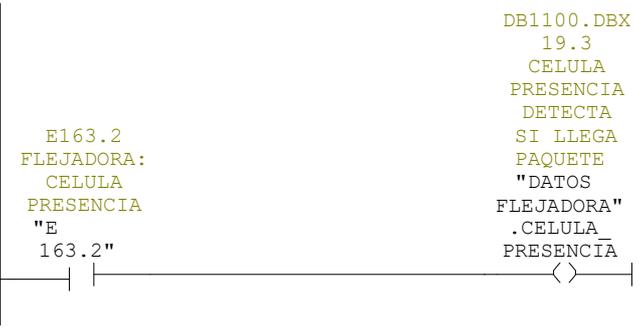




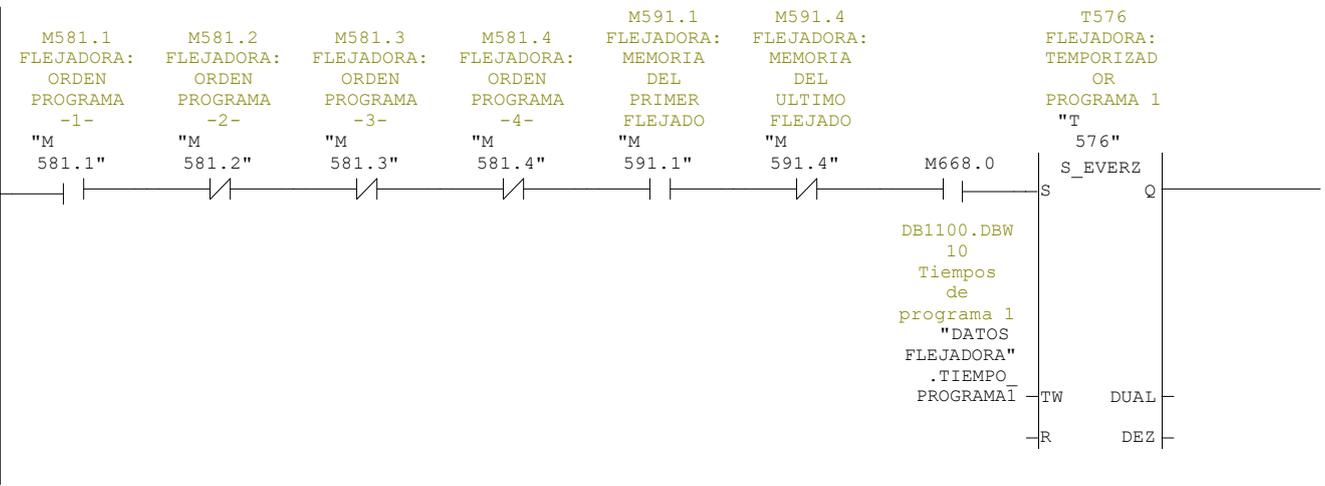
Segm.: 5 AUXILIAR DEL ULTIMO FLEJADO



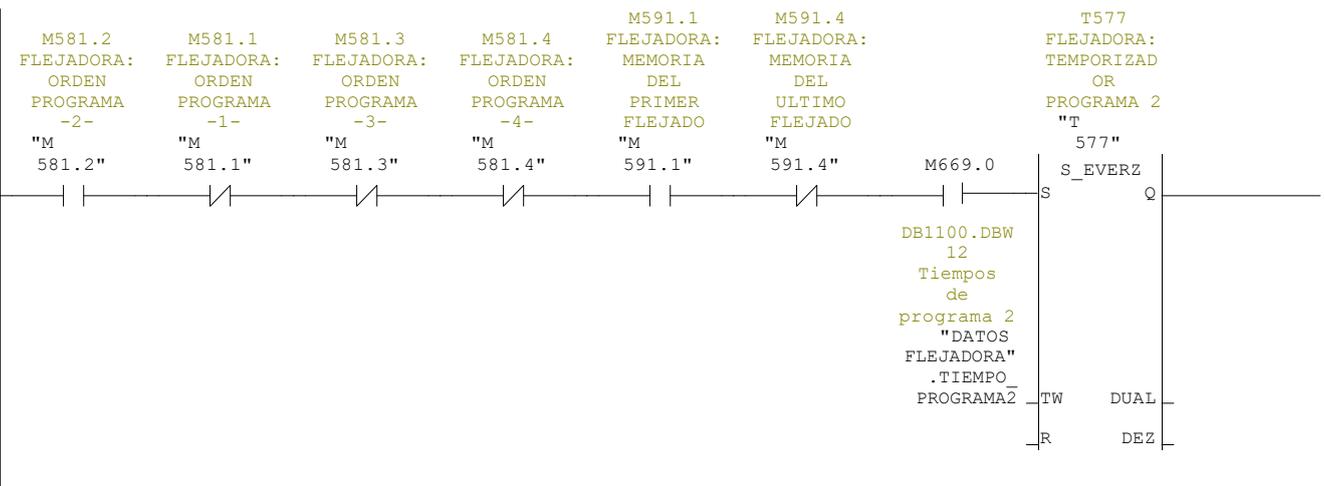
Segm.: 6 VISU: CELULA PRESENCIA DETECTA SI LLEGA PAQUETE



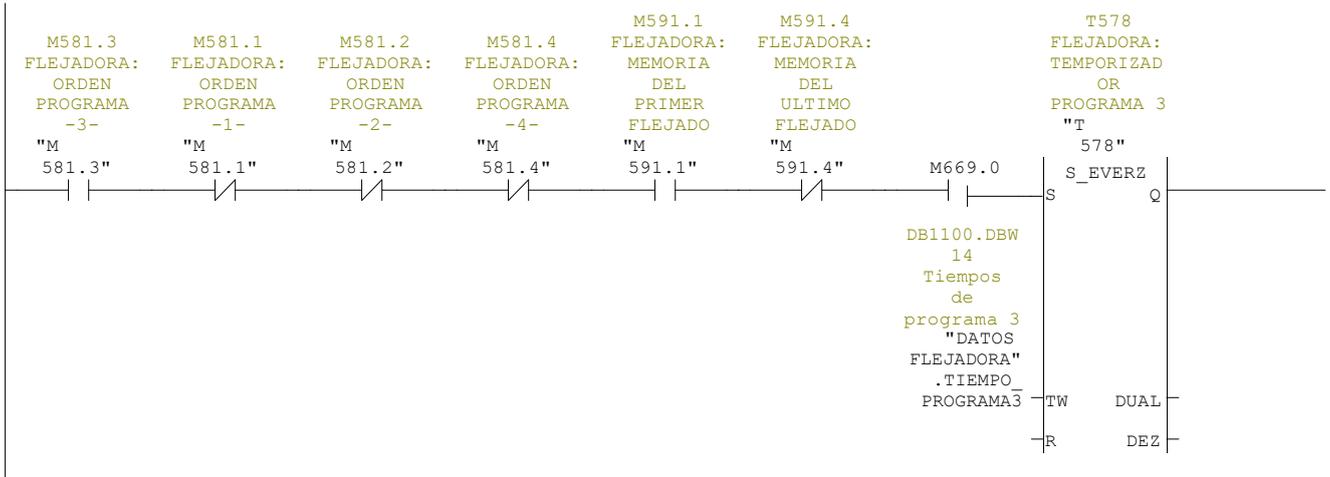
Segm.: 7 TEMPORIZADOR PROGRAMA -1-



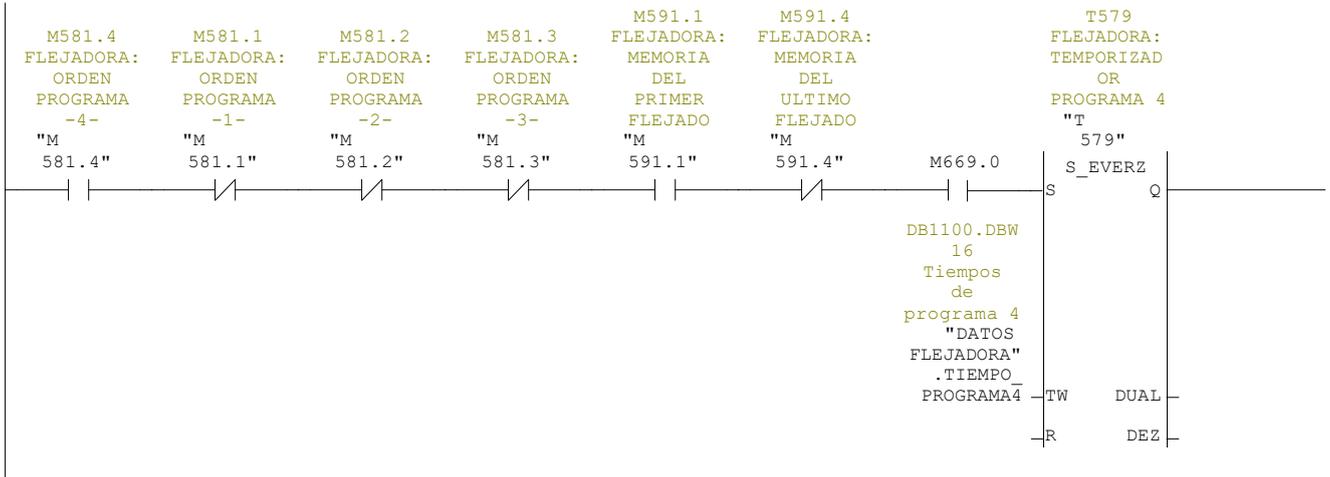
Segm.: 8 TEMPORIZADOR PROGRAMA -2-



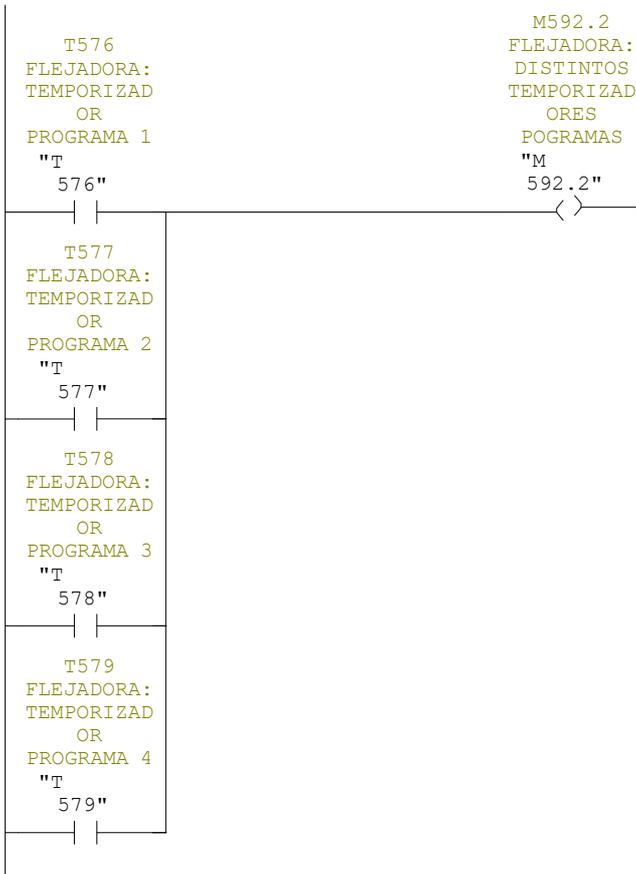
Segm.: 9 TEMPORIZADOR PROGRAMA -3-



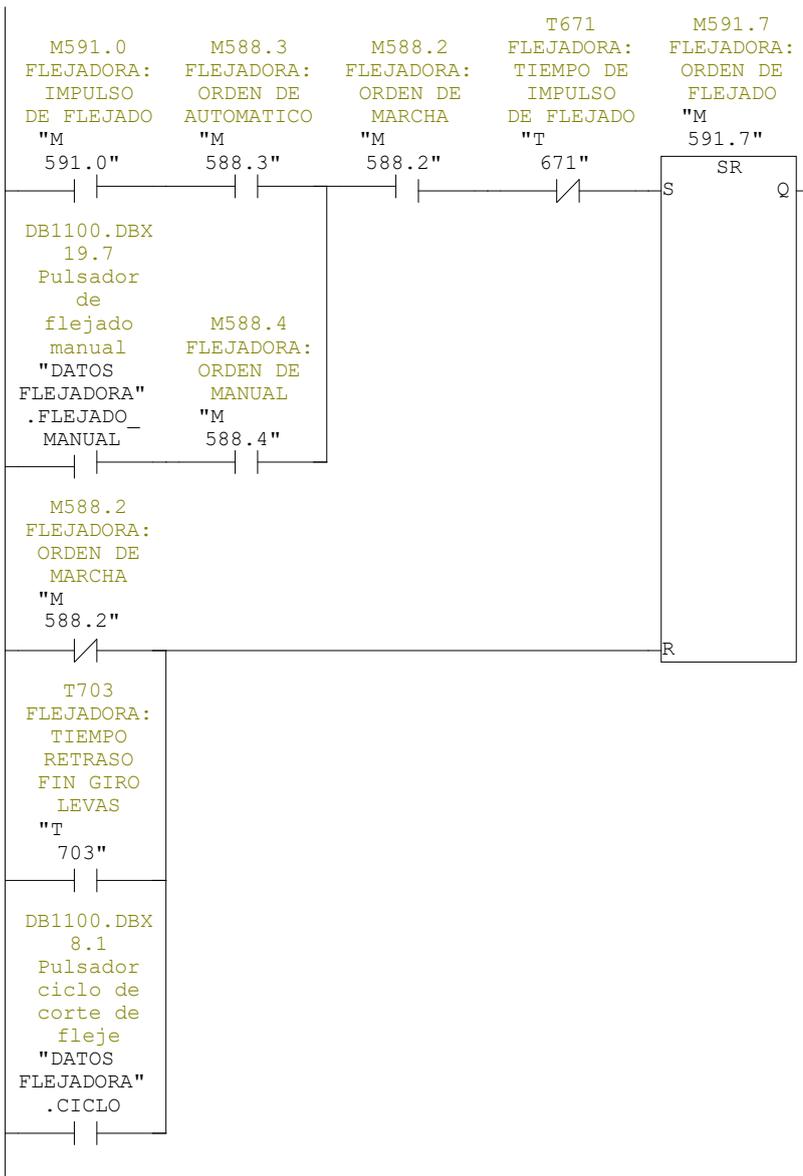
Segm.: 10 TEMPORIZADOR PROGRAMA -4-



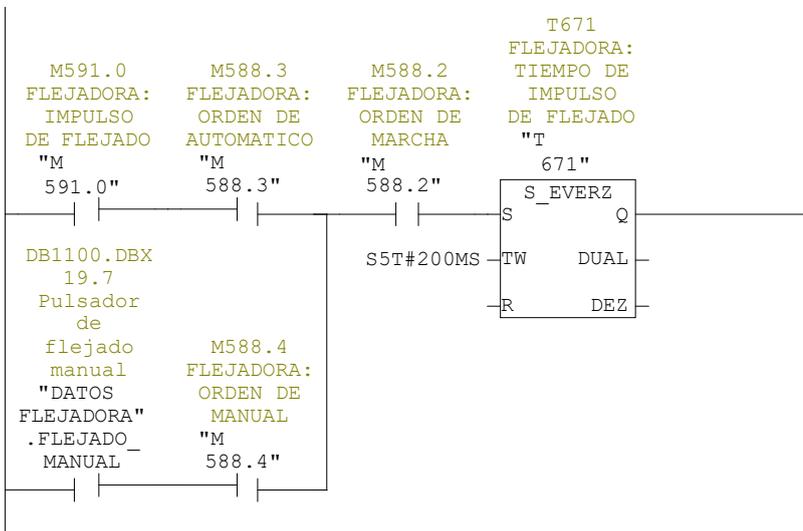
Segm.: 11 FLEJADORA: DISTINTOS TEMPORIZADORES PROGRAMAS
PREGUNTAR SI ESTÁ BIEN Y SI SE PUEDE USAR LA M592.2 (ANTES NO LA USABA)

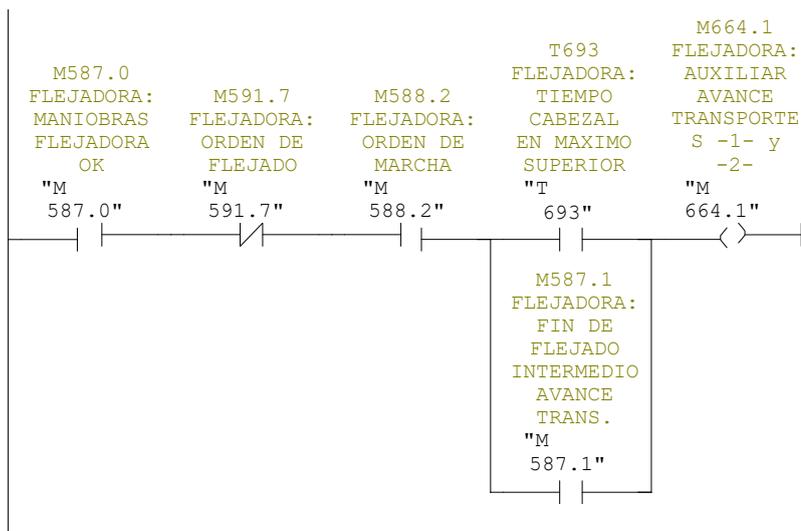


Segm.: 12 ORDEN DE FLEJADO



Segm.: 13 TIEMPO DE IMPULSO DE FLEJADO





Segm.: 15 FIN DE FLEJADO INTERMEDIO AVANCE TRANS.

E163.2 FLEJADORA: CELULA PRESENCIA "E 163.2"	E162.6 FLEJADORA: CELULA DE PASO A BAJADA LENTA "E 162.6"	M587.1 FLEJADORA: FIN DE FLEJADO INTERMEDIO AVANCE TRANS. "M 587.1"
---	--	---

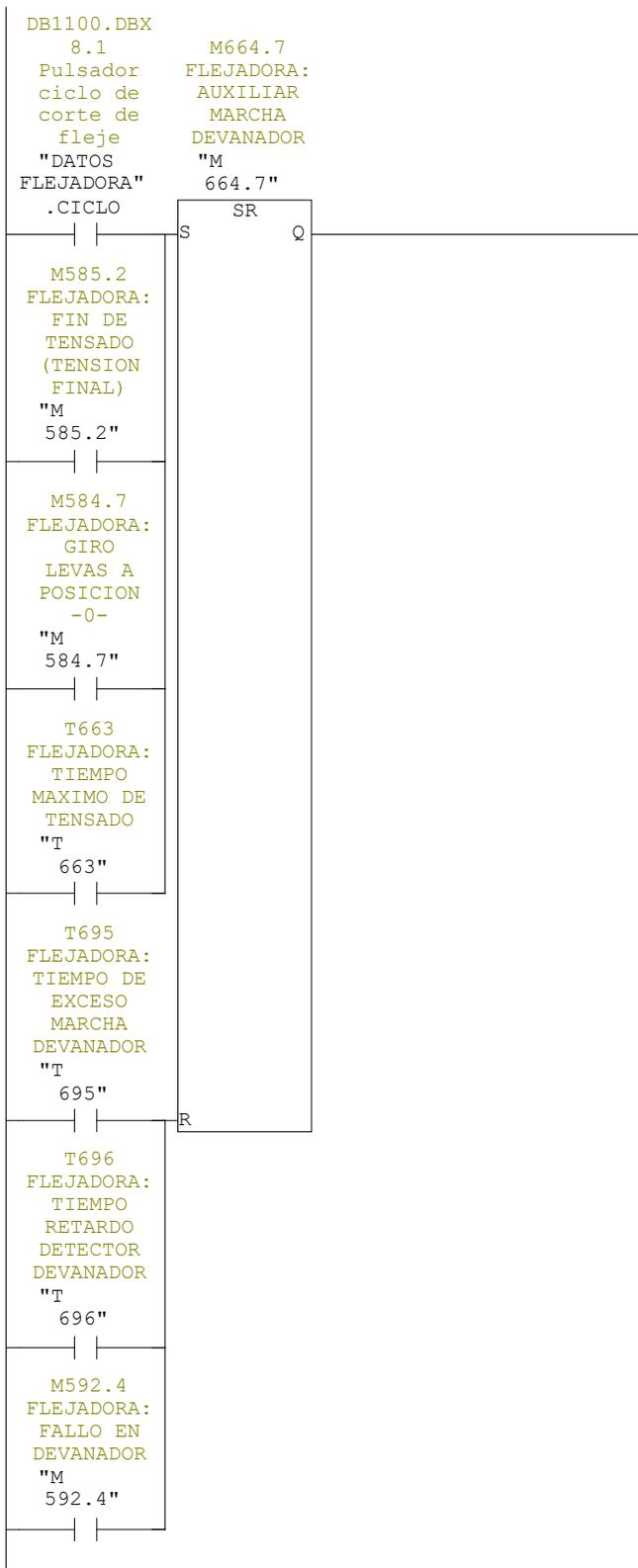
1.6. Bloque de función 585

Nombre: Familia:
 Autor: Versión: 0.1
 Versión del bloque: 2
 Hora y fecha Código: 21/05/2021 11:33:33
 Interface: 16/03/2021 09:05:42
 Longitud (bloque / código / datos): 00334 00212 00024

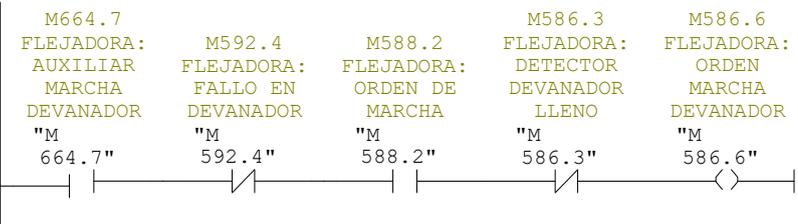
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Valor inicial	Comentario
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
STAT		0.0		
TEMP		0.0		
CONV_AKKU1	DWord	0.0		
CONV_AKKU2	DWord	4.0		
CONV_STW	Word	8.0		
CONV_INDEX	Word	10.0		
CONV_DT	Date_And_Time	12.0		
CONV_HDR	Struct	20.0		
TEMP17	Word	20.0		
TEMP18	Word	22.0		

Bloque: FB585 MANDO DEVANADOR

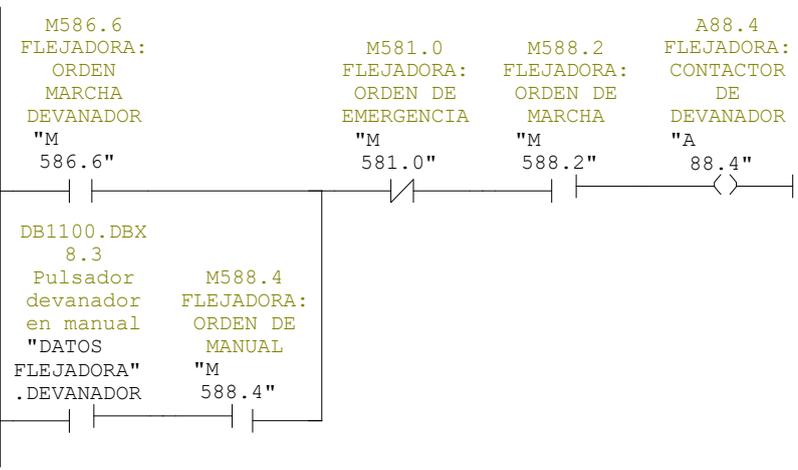
Segm.: 1 AUXILIAR MARCHA DEVANADOR



Segm.: 2 FLEJADORA:ORDEN MARCHA DEVANADOR



Segm.: 3 CONTACTOR DE DEVANADOR



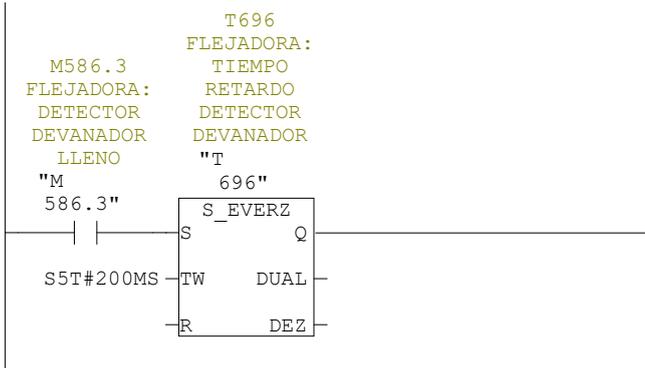
Segm.: 4 DETECTOR DEVANADOR LLENO



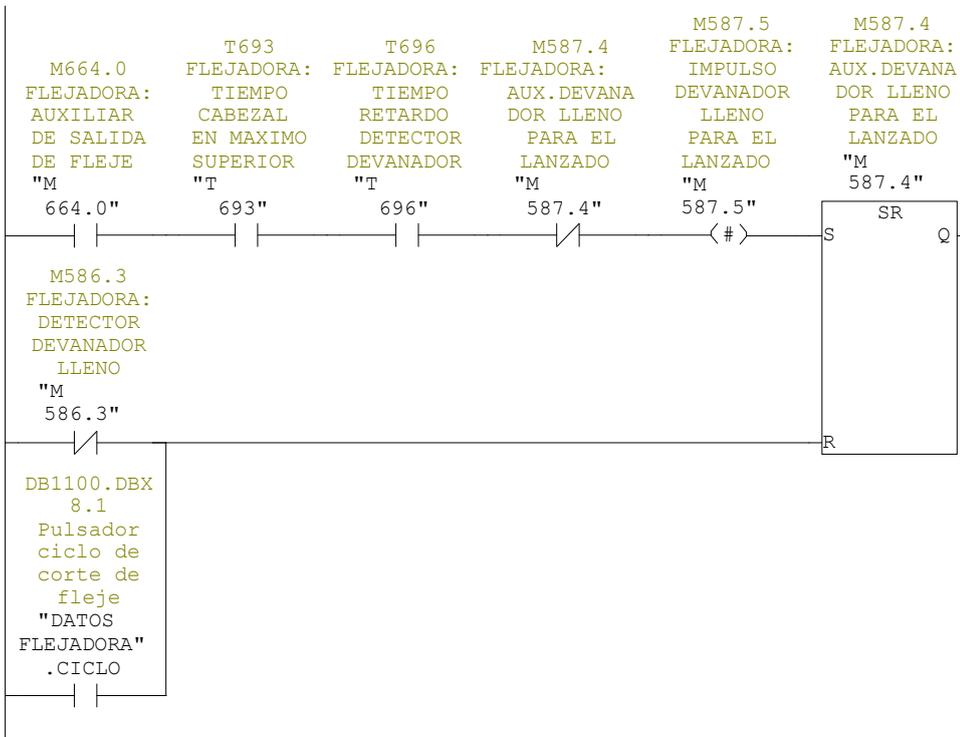
Segm.: 5 VISU INDICADOR DEVANADOR LLENO



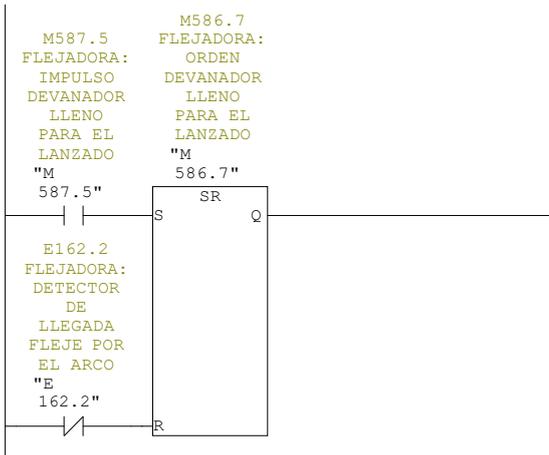
Segm.: 6 FLEJADORA:TIEMPO RETARDO DETECTOR DEVANADOR



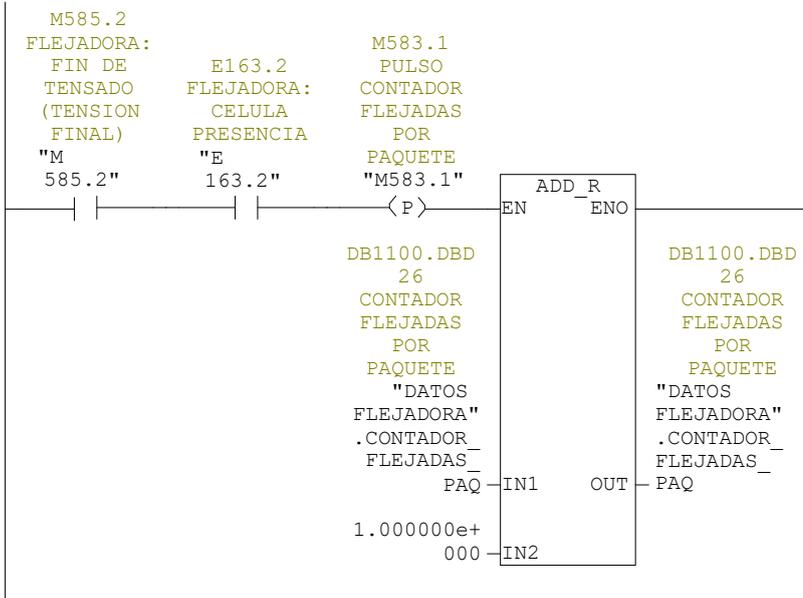
Segm.: 7 AUX.DEVANADOR LLENO PARA EL LANZADO



Segm.: 8 ORDEN DEVANADOR LLENO PARA EL LANZADO

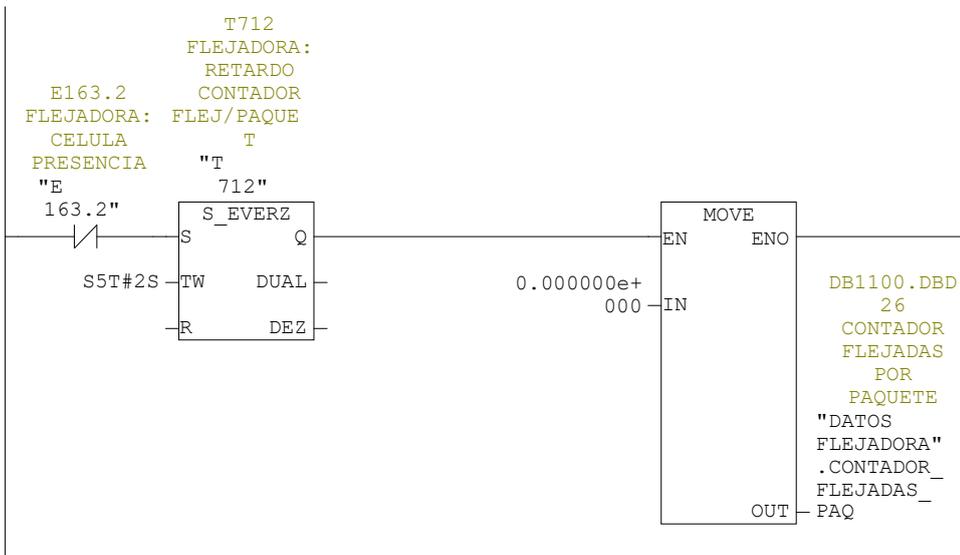


Segm.: 2 CONTADOR DE FLEJADAS POR PAQUETE

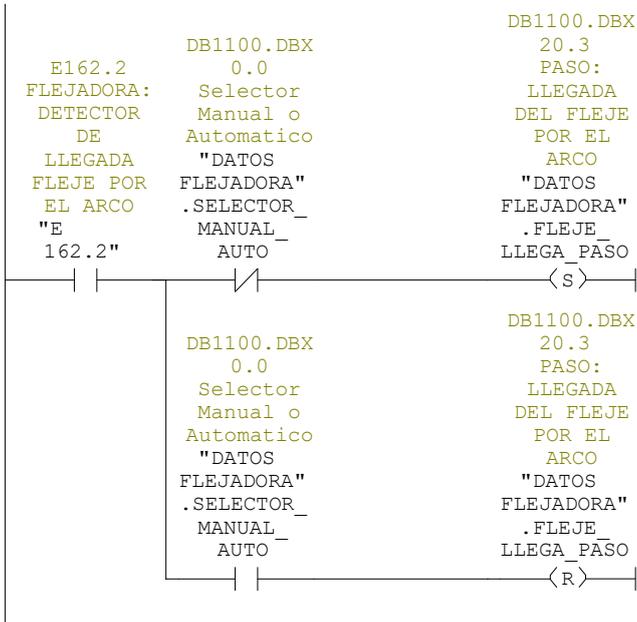


Segm.: 3 RESET CONTADOR FLEJADAS POR PAQUETE

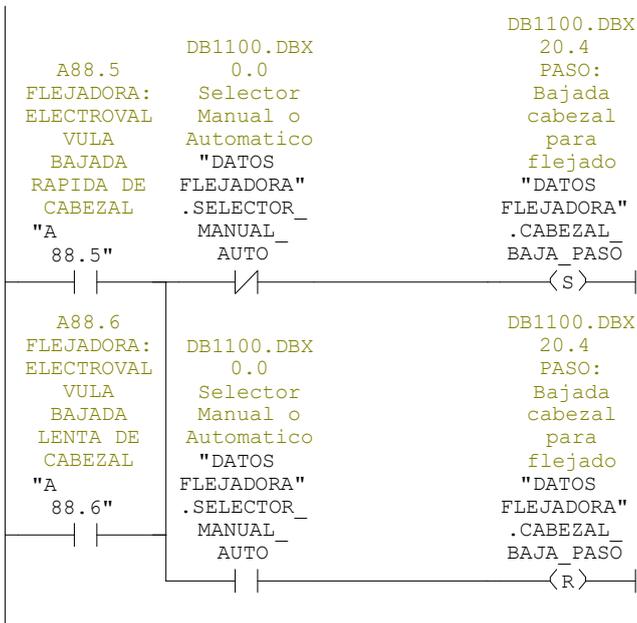
CUANDO SALE PAQUETE RESETEA CONTADOR



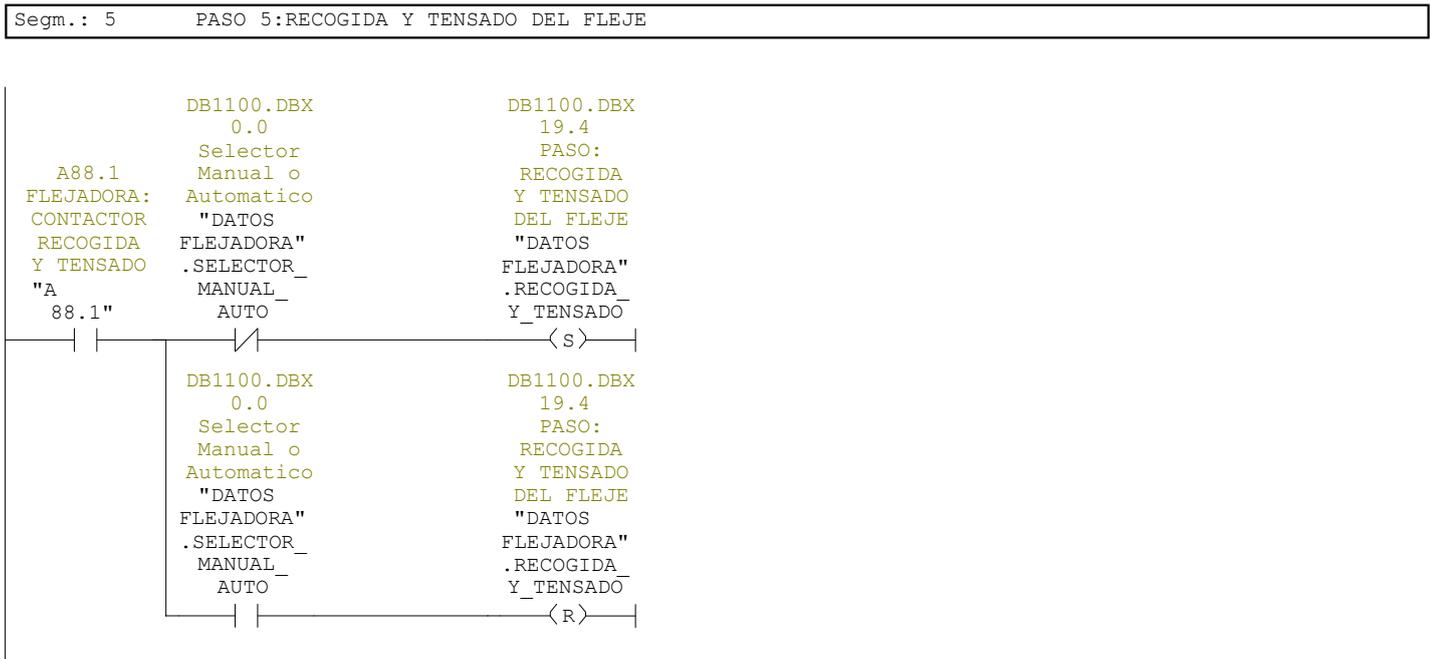
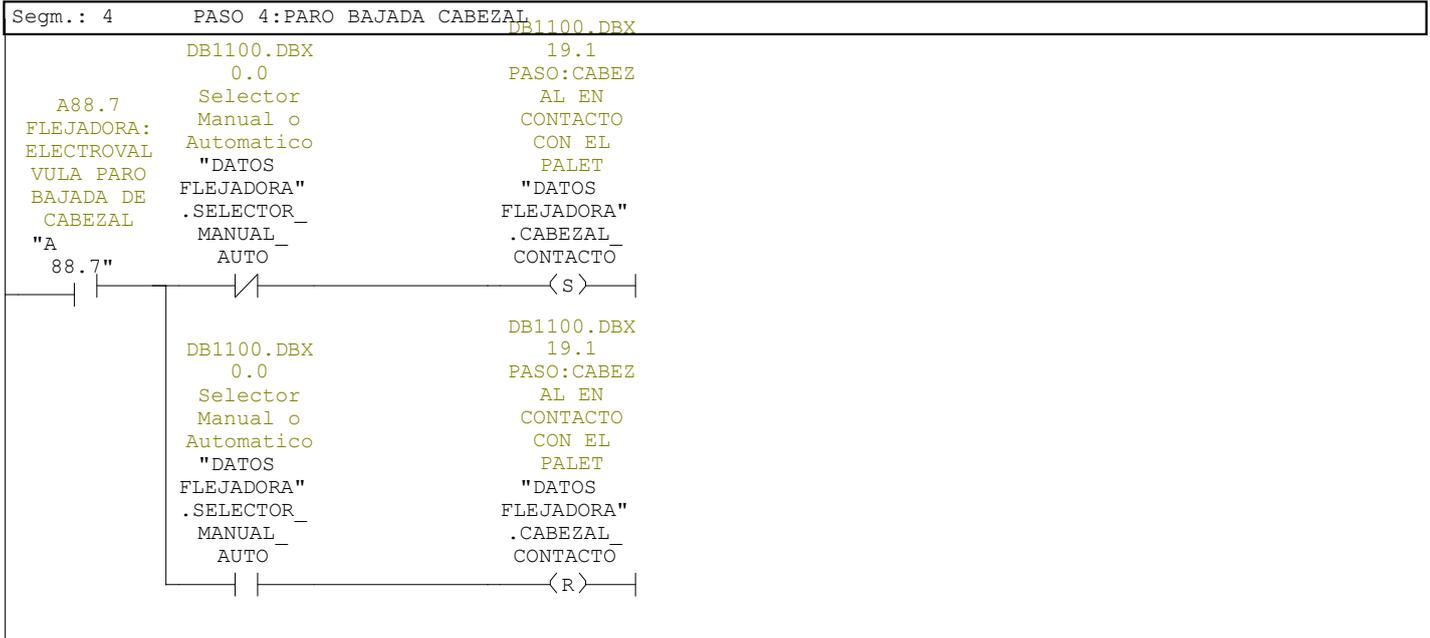
Segm.: 2 PASO 2:LLEGADA FLEJE POR EL ARCO



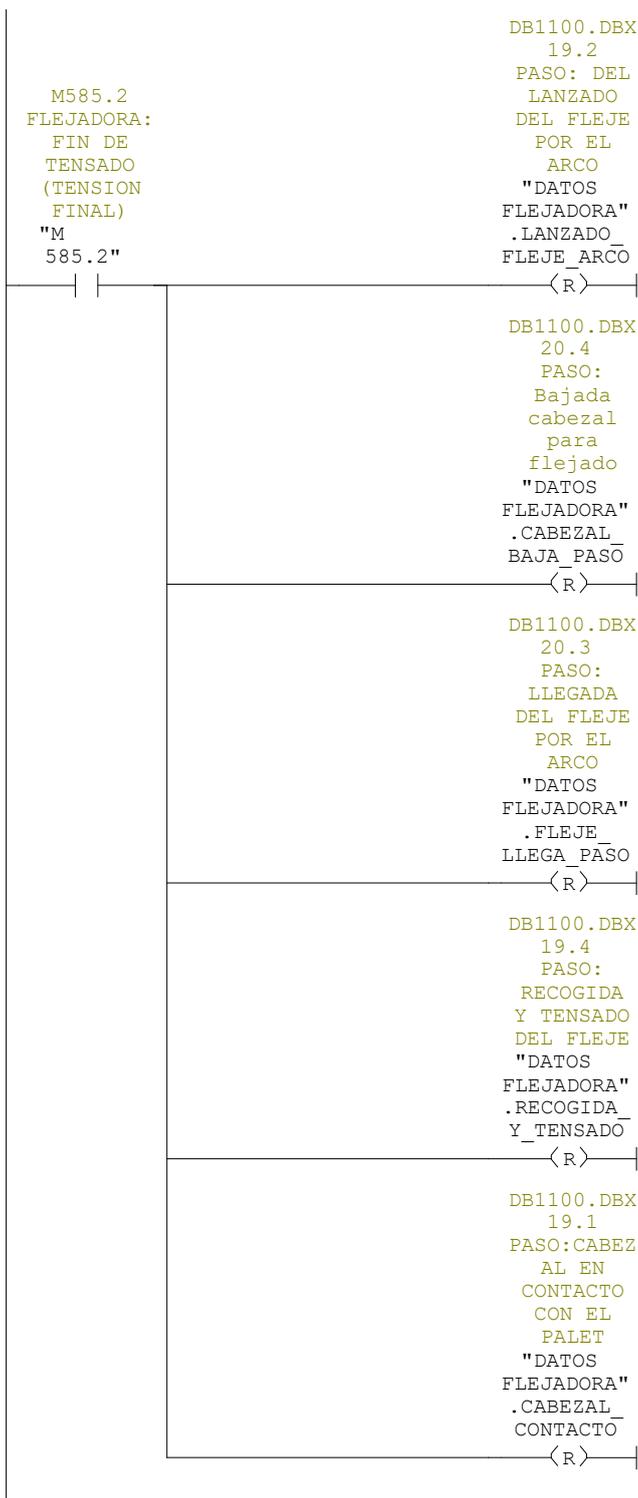
Segm.: 3 PASO 3:VISU BAJADA CABEZAL



AUTOMATIZACIÓN Y MEJORA DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA FÁBRICA MADERERA



Segm.: 6 PASO 6:RESET TODOS PASOS



ANEXO 2: AMPLIACIÓN DE DATOS E ILUSTRACIONES

1.1. Ilustraciones relacionadas con la máquina flejadora

A continuación, se muestran una serie de imágenes relacionadas con la máquina flejadora y el proceso de migración.



Ilustración 1. Vista frontal de la máquina flejadora

La ilustración 1, representa la línea del proceso de flejado. Se puede observar la máquina flejadora con su correspondiente bobina de fleje y las mesas transportadoras.

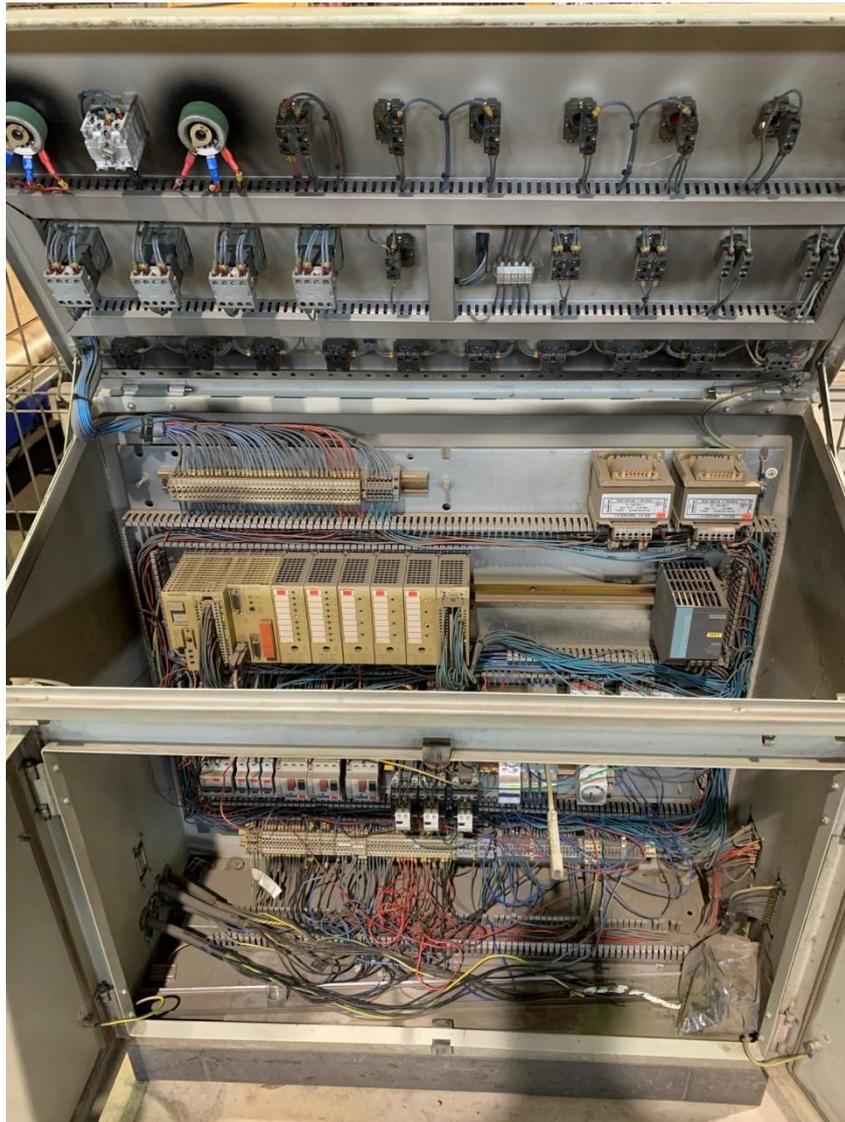


Ilustración 2. Cuadro eléctrico inicialmente

La ilustración 2, representa el pequeño cuadro eléctrico situado en el exterior del proceso de flejado antes de haber realizado el proceso de migrado. Se puede observar todos los componentes del hardware necesarios para el correcto funcionamiento de la máquina.

En la parte superior, se encuentran los componentes necesarios para el funcionamiento de la mesa de mandos. En la parte inferior (ilustración 3), se observa el PLC S5 junto con sus correspondientes módulos de entradas y salidas y todos los componentes eléctricos correspondientes mostrados en los planos eléctricos de la memoria.

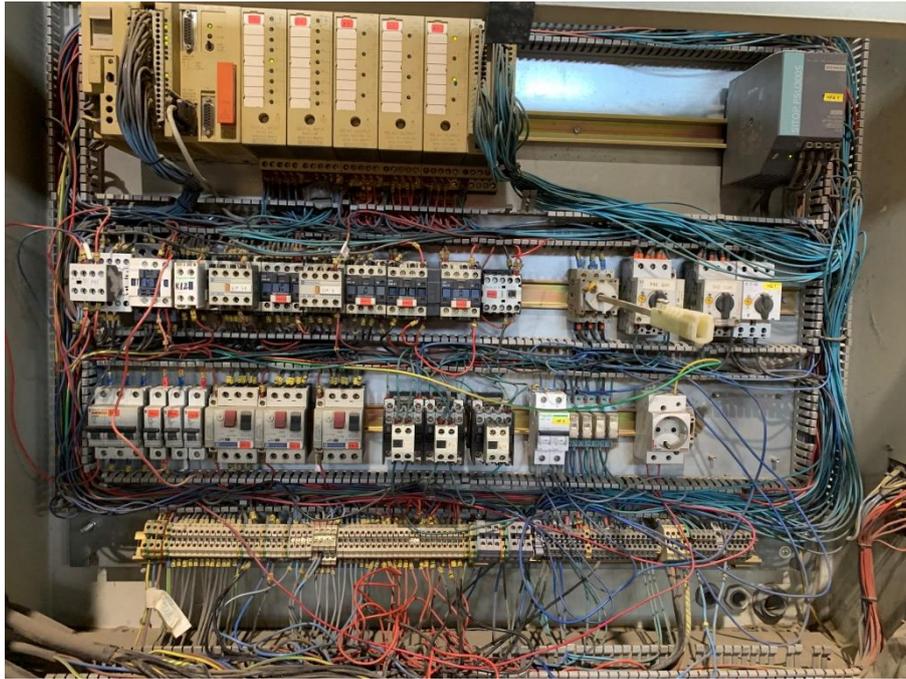


Ilustración 3. Parte inferior del cuadro eléctrico



Ilustración 4. Inicio del montaje del hardware

La imagen 4 representa todos los componentes necesarios para iniciar el proceso de montaje del hardware. Los componentes son los siguientes: 2 rollos de cable, una estación remota,

módulos de entradas y salidas, una caja de terminales eléctricos con la herramienta de crimpado y un multímetro.

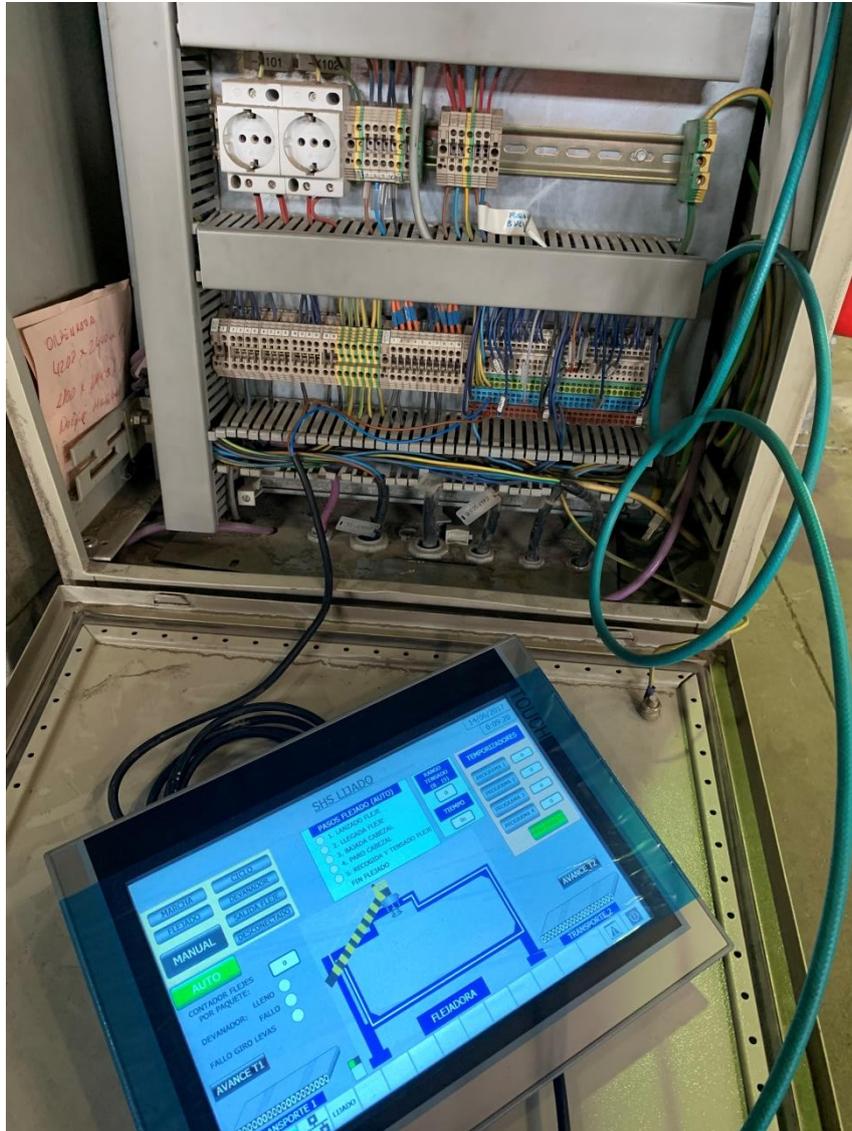


Ilustración 5. Prueba de funcionamiento pantalla táctil

En la ilustración 5, se manifiesta la verificación de comunicación del autómatas principal de la línea con la pantalla táctil, una vez ejecutada la transferencia de la pantalla de visualización anteriormente.

La verificación se realizaba, forzando un bit de una variable desde el ordenador mediante el software STEP 7, por ejemplo, el bit del pulsador Automático, y se observaba en la visualización si el pulsador se iluminaba en color verde, simbolizando que se encontraba activado.

1.2. Tabla de símbolos

En este apartado, se muestra la tabla de todos los símbolos desarrollada mediante el software STEP S7.

	Estado	Símbolo /	Dirección	Tipo de dato	Comentario
1		A 88.0	A 88.0	BOOL	FLEJADORA:CONTACTOR LANZADO DE FLEJE
2		A 88.1	A 88.1	BOOL	FLEJADORA:CONTACTOR RECOGIDA Y TENSADO
3		A 88.2	A 88.2	BOOL	FLEJADORA:CONTACTOR DESTENSION DEL FLEJE
4		A 88.3	A 88.3	BOOL	FLEJADORA:CONTACTOR DE LEVAS
5		A 88.4	A 88.4	BOOL	FLEJADORA:CONTACTOR DE DEVANADOR
6		A 88.5	A 88.5	BOOL	FLEJADORA:ELECTROVALVULA BAJADA RAPIDA DE CABEZAL
7		A 88.6	A 88.6	BOOL	FLEJADORA:ELECTROVALVULA BAJADA LENTA DE CABEZAL
8		A 88.7	A 88.7	BOOL	FLEJADORA:ELECTROVALVULA PARO BAJADA DE CABEZAL
9		A 89.0	A 89.0	BOOL	FLEJADORA: AVANCE TRANSPORTE 1
10		A 89.2	A 89.2	BOOL	FLEJADORA: AVANCE TRANSPORTE 2
11		A 89.6	A 89.6	BOOL	FLEJADORA:RELE CAMBIO DE TEMPERATURA
12		CONTADORES FLEJADAS	FB 586	FB 586	
13		DATOS FLEJADORA	DB 1100	DB 1100	
14		E 162.0	E 162.0	BOOL	FLEJADORA:DETECTOR DE LEVAS -1- POSICION -0-
15		E 162.1	E 162.1	BOOL	FLEJADORA:DETECTOR DE LEVAS -2- PARO ENFRIAMIENTO
16		E 162.2	E 162.2	BOOL	FLEJADORA:DETECTOR DE LLEGADA FLEJE POR EL ARCO
17		E 162.3	E 162.3	BOOL	FLEJADORA:DETECTOR FIN DE RECOGIDA FLEJE
18		E 162.4	E 162.4	BOOL	FLEJADORA:DETECTOR CABEZAL MAXIMO SUPERIOR
19		E 162.5	E 162.5	BOOL	FLEJADORA:DETECTOR DE DEVANADOR LLENO
20		E 162.6	E 162.6	BOOL	FLEJADORA:CELULA DE PASO A BAJADA LENTA
21		E 162.7	E 162.7	BOOL	FLEJADORA:PULSADOR DE FLEJADO EN MANUAL
22		E 163.0	E 163.0	BOOL	FLEJADORA:RELE MC DE EMERGENCIA
23		E 163.2	E 163.2	BOOL	FLEJADORA:CELULA PRESENCIA
24		E 163.7	E 163.7	BOOL	FLEJADORA:F.C.CABEZAL EN CONTACTO CON PAQUETE
25		E159.1	E 159.1	BOOL	FLEJADORA:CONSENSO INICIO FLEJADO
26		INDICADORES / FALLOS	FB 583	FB 583	
27		M 581.0	M 581.0	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DE EMERGENCIA
28		M 581.1	M 581.1	BOOL	FLEJADORA:ORDEN PROGRAMA -1-
29		M 581.2	M 581.2	BOOL	FLEJADORA:ORDEN PROGRAMA -2-
30		M 581.3	M 581.3	BOOL	FLEJADORA:ORDEN PROGRAMA -3-
31		M 581.4	M 581.4	BOOL	FLEJADORA:ORDEN PROGRAMA -4-
32		M 584.0	M 584.0	BOOL	FLEJADORA:POSICION -0- PARA EL LANZADO
33		M 584.1	M 584.1	BOOL	FLEJADORA:GIRO LEVAS PARA PINZAR
34		M 584.2	M 584.2	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA EN POSICION DE PINZADO
35		M 584.3	M 584.3	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA DE RECOGIDA
36		M 584.4	M 584.4	BOOL	FLEJADORA:GIRO LEVAS A POSICION DE CORTE
37		M 584.5	M 584.5	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DESTENSION DEL FLEJE
38		M 584.6	M 584.6	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA PARO ENFRIAMIENTO SOLDADURA
39		M 584.7	M 584.7	BOOL	FLEJADORA:GIRO LEVAS A POSICION -0-

Ilustración 6. Tabla de símbolos (I)

	Estado	Símbolo /	Dirección	Tipo de dato	Comentario
40		M 585.0	M 585.0	BOOL	FLEJADORA:FIN GIRO LEVAS A POSICION -0-
41		M 585.1	M 585.1	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA A POSICION -0- EN MANUAL
42		M 585.2	M 585.2	BOOL	FLEJADORA:FIN DE TENSADO (TENSION FINAL)
43		M 585.3	M 585.3	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA CAMBIO TEMPERATURA
44		M 585.4	M 585.4	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA DE RETENSADO
45		M 585.5	M 585.5	BOOL	FLEJADORA:QUEMAR RESIDUOS A OCHO FLEJES
46		M 585.6	M 585.6	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA RECALENTAMIENTO LARGO
47		M 585.7	M 585.7	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA RECALENTAMIENTO CORTO
48		M 586.0	M 586.0	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA CELULA PRESENCIA EN PAQUETE
49		M 586.2	M 586.2	BOOL	FLEJADORA:AUXILIAR BAJADA CABEZAL PARA ENHEBRAR
50		M 586.3	M 586.3	BOOL	FLEJADORA:DETECTOR DEVANADOR LLENO
51		M 586.4	M 586.4	BOOL	FLEJADORA:REARME ELECTROV.BAJADA PARA SUBIR
52		M 586.5	M 586.5	BOOL	FLEJADORA:ORDEN CAMBIO ELECTROVALVULA PARA SUBIR
53		M 586.6	M 586.6	BOOL	FLEJADORA:ORDEN MARCHA DEVANADOR
54		M 586.7	M 586.7	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DEVANADOR LLENO PARA EL LANZADO
55		M 587.0	M 587.0	BOOL	FLEJADORA:MANIOBRAS FLEJADORA OK
56		M 587.1	M 587.1	BOOL	FLEJADORA:FIN DE FLEJADO INTERMEDIO AVANCE TRANS.
57		M 587.4	M 587.4	BOOL	FLEJADORA:AUX.DEVANADOR LLENO PARA EL LANZADO
58		M 587.5	M 587.5	BOOL	FLEJADORA:IMPULSO DEVANADOR LLENO PARA EL LANZADO
59		M 588.2	M 588.2	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DE MARCHA
60		M 588.3	M 588.3	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DE AUTOMATICO
61		M 588.4	M 588.4	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DE MANUAL
62		M 588.6	M 588.6	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA DE PASO DIRECTO
63		M 589.0	M 589.0	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DE BAJADA DEL CABEZAL
64		M 589.2	M 589.2	BOOL	FLEJADORA:PARO BAJADA CABEZAL Y PASO A FLEJADO
65		M 591.0	M 591.0	BOOL	FLEJADORA:IMPULSO DE FLEJADO
66		M 591.1	M 591.1	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA DEL PRIMER FLEJADO
67		M 591.2	M 591.2	BOOL	FLEJADORA:AUXILIAR DEL PRIMER FLEJADO
68		M 591.3	M 591.3	BOOL	FLEJADORA:IMPULSO DEL PRIMER FLEJADO
69		M 591.4	M 591.4	BOOL	FLEJADORA:MEMORIA DEL ULTIMO FLEJADO
70		M 591.5	M 591.5	BOOL	FLEJADORA:AUXILIAR DEL ULTIMO FLEJADO
71		M 591.6	M 591.6	BOOL	FLEJADORA:IMPULSO DEL ULTIMO FLEJADO
72		M 591.7	M 591.7	BOOL	FLEJADORA:ORDEN DE FLEJADO
73		M 592.0	M 592.0	BOOL	FLEJADORA:FALLO EN LANZADO DE FLEJE
74		M 592.1	M 592.1	BOOL	FLEJADORA:FALLO EN TENSADO DE FLEJE
75		M 592.2	M 592.2	BOOL	FLEJADORA:DISTINTOS TEMPORIZADORES POGRAMAS
76		M 592.3	M 592.3	BOOL	FLEJADORA:FALLO GENERAL
77		M 592.4	M 592.4	BOOL	FLEJADORA:FALLO EN DEVANADOR
78		M 592.5	M 592.5	BOOL	FLEJADORA:FALLO EN GIRO DE LEVAS

Ilustración 7. Tabla de símbolos (II)

	Estado	Símbolo /	Dirección	Tipo de dato	Comentario
79		M 664.0	M 664.0	BOOL	FLEJADORA:AUXILIAR DE SALIDA DE FLEJE
80		M 664.1	M 664.1	BOOL	FLEJADORA:AUXILIAR AVANCE TRANSPORTES -1- y -2-
81		M 664.3	M 664.3	BOOL	FLEJADORA:AUXILIAR ORDEN DE MARCHA
82		M 664.7	M 664.7	BOOL	FLEJADORA:AUXILIAR MARCHA DEVANADOR
83		M583.0	M 583.0	BOOL	PULSO CONTADOR FLEJADAS
84		M583.1	M 583.1	BOOL	PULSO CONTADOR FLEJADAS POR PAQUETE
85		MANDO DEVANADOR	FB 585	FB 585	
86		MARCHA/MANUAL-AUTO/PROG	FB 580	FB 580	
87		PASOS FLEJADO	FB 587	FB 587	
88		PROCESO FLEJADO	FB 581	FB 581	
89		T 566	T 566	TIMER	FLEJADORA: TIEMPO TENSADO
90		T 576	T 576	TIMER	FLEJADORA:TEMPORIZADOR PROGRAMA 1
91		T 577	T 577	TIMER	FLEJADORA:TEMPORIZADOR PROGRAMA 2
92		T 578	T 578	TIMER	FLEJADORA:TEMPORIZADOR PROGRAMA 3
93		T 579	T 579	TIMER	FLEJADORA:TEMPORIZADOR PROGRAMA 4
94		T 661	T 661	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO MAXIMO DE GIRO LEVAS
95		T 662	T 662	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO MAXIMO DE SALIDA DE FLEJE
96		T 663	T 663	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO MAXIMO DE TENSADO
97		T 664	T 664	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO EVITAR EL REBOTE DEL DETECTOR
98		T 665	T 665	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO DE ENFRIAMIENTO SOLDADURA
99		T 666	T 666	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO A POSICION -0- EN MANUAL
100		T 667	T 667	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO RECALENTAMIENTO LARGO
101		T 668	T 668	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO RECALENTAMIENTO CORTO
102		T 669	T 669	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO DE PINZADO
103		T 670	T 670	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO DE INICIO DESTENSION
104		T 671	T 671	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO DE IMPULSO DE FLEJADO
105		T 690	T 690	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO DE BAJADA CABEZAL EN PARO
106		T 692	T 692	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO DESTENSION DEL FLEJE
107		T 693	T 693	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO CABEZAL EN MAXIMO SUPERIOR
108		T 694	T 694	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO BAJADA PARA ENHEBRAR
109		T 695	T 695	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO DE EXCESO MARCHA DEVANADOR
110		T 696	T 696	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO RETARDO DETECTOR DEVANADOR
111		T 700	T 700	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO SEGURIDAD CELULA DE FLEJADO
112		T 703	T 703	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO RETRASO FIN GIRO LEVAS
113		T 705	T 705	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO IMPULSO CAMBIO BAJADA PARA REARME
114		T 708	T 708	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO SEGURIDAD AVANCE TRANSPORTE -1-
115		T 710	T 710	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO SEGURIDAD AVANCE TRANSPORTE -2-
116		T 712	T 712	TIMER	FLEJADORA: RETARDO CONTADOR FLEJ/PAQUET
117		T 716	T 716	TIMER	FLEJADORA:TIEMPO PRESENCIA DE LA CELULA DE FLEJADO
118		TEMPORIZ PROG/TRANSPORT	FB 584	FB 584	
119		TIEMPOS TENSADO	FB 582	FB 582	
120		Z 110	Z 110	COUNTER	FLEJADORA:PRIMER CONTADOR DE FLEJADAS

Ilustración 8. Tabla de símbolos (III)