



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Automatización de una línea de montaje mediante TIA Portal y virtualización con Factory I/O

MEMORIA PRESENTADA POR:

Germán Giménez Delgado

TUTOR/A:

Adolfo Hilario Caballero

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Convocatoria de defensa: junio 2021

Resumen

Se realiza la automatización de una línea de producción y montaje de piezas mecanizadas. Como controlador se utiliza un PLC Siemens S7-1200. La planta se ha virtualizado mediante Factory I/O. El desarrollo de los diagramas GRAFCET de control se realizará siguiendo una metodología que establece unos patrones comunes, facilitando así la fase de diseño e implementación del automatismo, así como la detección de errores y posterior mantenimiento del software. La programación se realizará en TIA Portal utilizando una programación orientada a objetos.

La finalidad de la línea es la producción de bases y tapas para su posterior ensamblaje. Para el mecanizado de ambas partes se disponen de varias estaciones por las que la pieza irá pasando hasta completar este proceso. En primer lugar, se realizará un desbastado que facilite la función de la siguiente estación, el centro de mecanizado, en el cual se le dará la forma deseada. Posteriormente se aplicará un tratamiento térmico que proporcione la dureza requerida y por último un tratamiento químico que proteja la pieza de posibles corrosiones. Al final del proceso, ambas partes se encontrarán para su ensamblaje y almacenamiento.

Para el control del sistema se dispondrá de una pantalla HMI en la que, además, se informará al operario de los posibles fallos que puedan presentarse en el proceso. También se tendrá acceso a los parámetros de las diferentes estaciones de trabajo para su ajuste y/o actualización.

Palabras clave: Automatización; TIA Portal; Factory I/O; GRAFCET; Autómata; PLC

Abstract

Automation of a production line and assembly of machined parts is carried out. A Siemens S7-1200 PLC is used as the controller. The plant has been virtualized using Factory I / O. The development of the GRAFCET control diagrams will be carried out following a methodology that establishes common patterns, thus facilitating the design and implementation phase of the automation, as well as the detection of errors and subsequent maintenance of the software. Programming will be done in the TIA Portal using object-oriented programming.

The purpose of the line is the production of bases and covers for their subsequent assembly. For the machining of both parts, there are several stations through which the piece will pass until this process is completed. In the first place, a roughing will be carried out to facilitate the function of the next station, the machining center, in which it will be given the desired shape. Subsequently, a heat treatment will be applied to provide the required hardness and finally a chemical treatment to protect the piece from possible corrosion. At the end of the process, both parts will meet for assembly and storage.

To control the system, an HMI screen will be available in which, in addition, the operator will be informed of possible faults that may occur in the process. You will also have access to the parameters of the different workstations for adjustment and / or updating.

Keywords: Automation; TIA Portal; Factory I/O; GRAFCET; Automaton; PLC

Índice general

Resumen	III
Abstract	V
Índice general	VII
1 Objeto y alcance	1
2 Justificación	3
3 Descripción del proceso	5
3.1 Características de los elementos	8
3.2 Disposición de los elementos	9
4 Especificaciones de funcionamiento	11
5 Descripción de la solución elegida	13
5.1 Introducción	13
5.2 Virtualización del proceso con Factory I/O	13
5.3 Metodología de programación utilizada	20
5.4 Descripción de la programación	22
5.5 Diseño del cuadro de mandos	27
5.6 Pantalla táctil o HMI	28
6 Dimensionado de la instalación eléctrica	35
6.1 Previsión de cargas	35
6.2 Diseño y cálculo de la línea eléctrica	36
6.3 Corrientes de cortocircuito y protecciones eléctricas	37
7 Presupuesto	41
7.1 Presupuesto total de la instalación	42

8 Conclusiones	43
9 Bibliografía y Normativa	45
9.1 Bibliografía de consulta	45
9.2 Normativa	45
Anexos	47
A Variables de programa	49
B GRAFCET y ecuaciones lógicas	51
B.1 Línea de entrada	51
B.2 Línea de bases/tapas	59
B.3 Línea de salida	82
C Tablas de resultados	91
Planos	101

1 Objeto y alcance

La finalidad de este proyecto es la automatización de una línea de fabricación y ensamblado de piezas. Esta línea de fabricación consta de distintas subestaciones, por las cuales han de ir pasando las piezas hasta completar su mecanizado y posterior ensamblaje y almacenamiento.

La virtualización de la planta se ha realizado en Factory I/O, un software educativo que permite modelar diferentes escenas y comunicarse con un autómatas, por lo que lo hace perfecto para este fin.

La programación se ha realizado en TIA Portal, el software de Siemens, y el PLC utilizado ha sido un S7-1200 de la misma marca. La interfaz la completa una pantalla táctil de la misma marca.

Para completar el proyecto, se dimensionará la instalación eléctrica de los elementos que componen la línea de producción, teniendo en cuenta una distribución mediante cuadros secundarios a lo largo de la línea.

Este proyecto no contempla la instalación de los diferentes elementos, como cintas transportadoras, pistones neumáticos, etc. Tampoco se desarrollará ningún elemento ajeno a la línea como iluminación, electrificación de oficinas, vestuario, etc.

2 Justificación

La Industria 4.0 combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes.

Gracias al continuo flujo de información entre los mundos físicos y digitales se tiene acceso en tiempo real a la información. Este flujo se da mediante el cumplimiento de una serie de pasos conocidos como PDP por sus siglas en inglés *physical-to-digital-to-physical*:

- **Del mundo físico al digital.** Se captura la información del mundo físico y se crea un modelo digital de la misma.
- **De digital a digital.** En este paso, la información se comparte y se trata utilizando medios digitales para el análisis de escenarios y, de esta manera, encontrar la solución óptima.
- **Del mundo digital al físico.** Se aplican las soluciones encontradas por los medios digitales, agilizando así el desarrollo.

Aplicando estos principios, se analizará una línea de producción para su posterior virtualización. Se desarrollará la programación atendiendo a las necesidades, pudiendo modificarla y probarla las veces que sea necesario hasta hallar la solución óptima. Por último se implementará físicamente la planta, dimensionando la instalación eléctrica.

De esta manera, se conseguirá una solución mucho mas flexible para una línea de producción, permitiendo modificaciones de una forma rápida y sencilla, adaptándose a los posibles cambios que requiera la producción.

3 Descripción del proceso

La finalidad de la línea, [figura 3.1](#), es la producción de bases y tapas para su posterior ensamblaje. Para el mecanizado de ambas partes se disponen de varias estaciones por las que la pieza irá pasando hasta completar este proceso. En primer lugar, se realizará un desbastado que facilite la función de la siguiente estación, el centro de mecanizado, en el cual se le dará la forma deseada. Posteriormente se aplicará un tratamiento térmico que proporcione la dureza requerida y, por último, un tratamiento químico que proteja la pieza de una posible corrosión. Al final del proceso, ambas partes se encontrarán para su ensamblaje y almacenamiento.

Para una mejor comprensión, la instalación se ha dividido en varias secciones como son, línea de entrada, línea de bases/tapas (ambas son idénticas en su concepción, salvo el mecanizado que recibe en la fresadora, cosa que no influye para nuestro fin) y línea de salida.

A continuación se explican las diferentes estaciones que componen el proceso que se desea automatizar, así como la función de cada una de estas estaciones dentro del proceso completo.

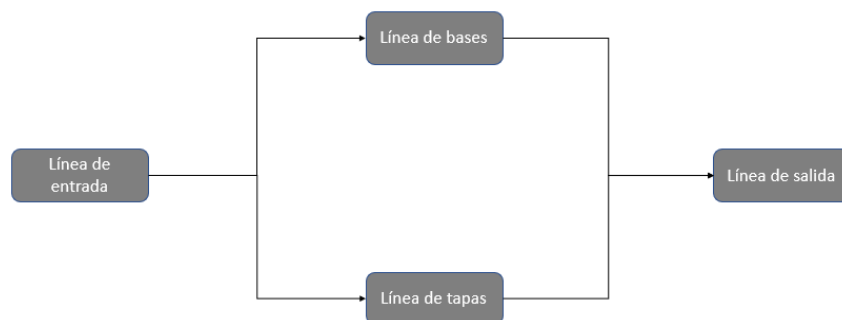


Figura 3.1: Diagrama de la distribución de la línea

■ Línea de entrada:

El proceso comienza con la entrada de materia prima, [figura 3.2](#). Esta debe triarse y se separan en tres grupos, válidas para tapas, válidas para bases y no válidas para el elemento final. Las válidas se separan en dos líneas posteriores, en las cuales se le dan los diferentes tratamientos necesarios para cada fin.

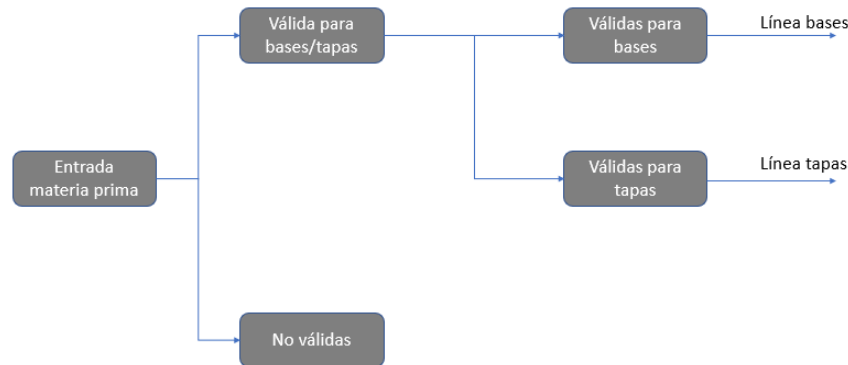


Figura 3.2: Diagrama de la línea de entrada

En la línea de entrada se tiene la entrada de materia prima, la cual entra sin triar. Estas piezas pueden tener variaciones que las hacen válidas para bases o para tapas. Puede darse que estas variaciones excedan los límites, clasificándolas en este caso como defectuosas y se descartan.

Una vez tenemos la materia prima en la línea se hace avanzar hasta un sensor de visión artificial, el cual permite conocer las dimensiones de la pieza tratada. Una vez conocido el tamaño de la pieza se dirige al pistón situado al final de la cinta, el cual se encarga de descartar o centrar las piezas según corresponda. Para descartar las piezas, el pistón asciende, se retrae, desciende y se extiende, empujando la pieza por la rampa de descarte. Si la pieza es válida, el pistón se retrae, sujetándola en la posición correcta.

Una vez se tiene una pieza válida sujeta por el pistón, el brazo se extiende en su eje horizontal, seguidamente lo hace en su eje vertical hasta alcanzar la pieza y la sujeta mediante una ventosa. En este punto el pistón libera la pieza y el brazo la levanta, se contrae, gira en el sentido necesario según las propiedades de la pieza, y la deposita en la cinta correspondiente. Una vez liberada la pieza, el brazo vuelve a su posición inicial.

■ Línea de bases/tapas:

En esta parte del proceso se encuentran las estaciones necesarias para mecanizar por completo las piezas, [figura 3.3](#). Tanto la línea de bases como la de tapas son exactamente idénticas, a excepción del mecanizado recibido en la estación de mecanizado.

- **Cinta 1:** Se encarga de transportar las piezas desde el brazo de entrada, también proporciona un pulmón al conjunto, permitiendo la entrada de varias piezas con el mismo color.
- **Cinta más empujador 1:** Su función es la de transportar la pieza a la siguiente estación, además permite un cambio de sentido de 90° en la dirección de la línea. Este cambio se produce gracias a un empujador, el cual se activa al llegar la pieza a su posición y empuja la pieza a la siguiente cinta, perpendicular a esta.

- **Cinta 3:** Al igual que el resto de cintas, permite el transporte de las piezas de un punto a otro y proporciona un espacio a modo de pulmón.
- **Desbastado:** En este proceso se realiza un desbastado a la pieza, aproximando las medidas estructurales y facilitando el posterior tratado de la misma. Al llegar la pieza a su posición, entre las garras del pistón, este se cierra y sujeta la pieza, mientras el brazo se extiende en su eje vertical hasta alcanzar la pieza, cuando se activa una ventosa que sujeta la pieza. Ahora el pistón suelta la pieza y el brazo la levanta, gira 180° y extiende su brazo en el eje horizontal, haciéndola pasar por una amoladora que retira el posible exceso de material. Vuelve a girar nuevamente hasta la posición inicial y deposita la pieza en la cinta. Se cierra el pistón para centrar la pieza, se eleva el pistón para permitir el paso de la pieza y se avanza hasta la siguiente estación.
- **Mecanizado:** En esta etapa se mecaniza la pieza, dándole su forma final. Al caer la pieza en la bandeja de entrada de la estación, esta es detectada por su sensor, indicando su presencia al brazo, el cual coge la pieza y la introduce en el centro de mecanizado, una vez terminada, el mismo brazo la deposita en la bandeja de salida.
- **Tratamiento térmico:** Al salir del centro de mecanizado, la pieza cae en una cinta transportadora, la cual pasa por un horno, aplicando a la pieza un tratamiento térmico.
- **Tratamiento químico:** Al salir del horno la pieza pasa a la estación de tratamiento químico, aquí recibe un baño que le proporciona una protección adicional. Al llegar la pieza al pistón de la estación, este se cierra, sujetándola en su posición. El brazo se extiende en su eje vertical hasta llegar a la pieza, donde se activa la ventosa que la sujeta, el pistón la suelta y el brazo la levanta, la gira 180° y la sumerge en la piscina con el producto químico durante el tiempo necesario. Transcurrida la espera, el brazo saca la pieza del baño, gira nuevamente 180° y la deposita en la cinta, el pistón se cierra para centrar la pieza y se eleva, dejándola pasar hacia la siguiente estación.
- **Cinta más empujador 2:** Su función y funcionamiento es igual que la estación anterior, cinta más empujador 1.
- **Cinta 7:** Transporta la pieza hasta la línea de salida. Al llegar la pieza al final de la cinta, un pistón se cierra para sujetarla en su posición correcta y evitar su movimiento en el proceso de sujeción por parte de la siguiente estación.

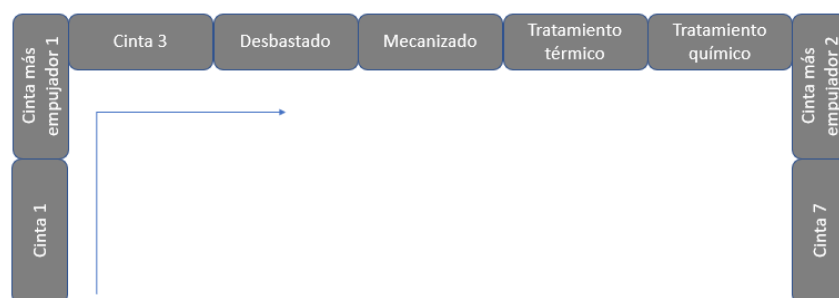


Figura 3.3: Diagrama de la línea de bases/tapas

- **Línea de salida:**

Para finalizar el proceso, solo queda montar ambas partes del producto y disponerlo de manera apropiada para su transporte, figura 3.4. Para su montaje, el brazo se extiende en su eje horizontal y seguidamente en su eje vertical hasta alcanzar la pieza mecanizada como tapa, y sujetarla con una ventosa. El brazo levanta la pieza y la posiciona encima de la pieza mecanizada como base, retrayendo su eje horizontal. A continuación el brazo baja la tapa hasta encajarla en la base, ambas partes forman ahora una única pieza, por lo que al levantar de nuevo el brazo, se levanta el conjunto completo. El brazo gira 180° y la introduce en el cajón, repitiendo este proceso hasta completarlo. Una vez lleno el cajón, este se retira hacia el final de la cinta y se introduce una nueva caja en ella.

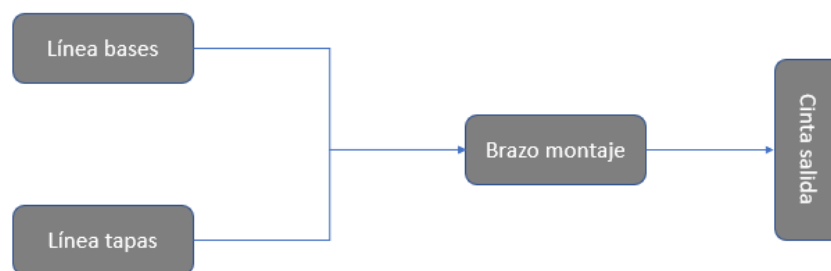


Figura 3.4: Diagrama de la línea de salida

3.1 Características de los elementos

Los diferentes elementos que componen la línea son:

- **Actuadores:**

- **Cinta transportadora:** Su misión es la de conducir las piezas a tratar de un punto a otro, se han utilizado de distintos tamaños, dos, cuatro y seis metros.

El motor del que disponen es un motor trifásico de 400 V, de 1.1 kW y un $\cos \varphi$ de 0.8.

- **Pistón neumático de dos ejes:** Se trata de un pistón neumático situado en las cintas transportadoras, con la capacidad de contraerse en el eje horizontal, centrando las piezas, y de elevarse en el eje vertical, dejando espacio debajo de él y permitiendo el paso de las piezas.

El movimiento del mismo se realiza mediante pistones neumáticos de simple efecto pilotados por electroválvulas 3/2. El consumo de estas es ínfimo, de 2.9 W.

- **Robot cartesiano:** Un brazo capaz de moverse en el eje horizontal y vertical, además de rotar sobre si mismo.

El movimiento de rotación es producido por un motor trifásico de 400 V de 5.5 kW y $\cos \varphi$ de 0.8.

El movimiento horizontal lo permite un motor monofásico de 1.5 kW de 230 V y $\cos \varphi$ de 0.8.

Para el desplazamiento del eje vertical, se utiliza un pistón neumático de simple efecto pilotado por una electroválvula 3/2 igual que la del caso anterior.

La sujeción de las piezas es realizada mediante una ventosa, pilotada por una electroválvula de las mismas características anteriores.

- **Horno:** Elemento encargado de calentar la pieza para proporcionar el tratamiento térmico.

Tiene un consumo de 40 kW y es alimentado por una red trifásica de 400 V.

- **Empujadores:** Permiten el desplazamiento de las piezas de unas cintas a otras situadas perpendicularmente.

Su pilotaje está controlado por electroválvulas 3/2 como el resto de pistones neumáticos. En este caso también se tratan de simple efecto.

- **Centro de mecanizado:** Está compuesto por un brazo robótico encargado de introducir las piezas a la fresadora CNC, y la propia fresadora.

El consumo eléctrico del robot es de 7.8 kW y para la fresadora de 7.5 kW, sumando un total de 15.3 kW.

■ Sensores

- **Fotocélula:** Para conocer la posición de las piezas en cada momento se instalan fotocélulas, la alimentación es a 24 V y su consumo es de 35 mA.
- **Visión artificial:** Nos permite conocer el color de las piezas a tratar y su alimentación es a 24 V.

■ Otros elementos

- **Fuente de alimentación:** Proporciona 24 V de corriente continua para alimentar el PLC, HMI y los diferentes sensores y elementos que precisan de este voltaje.
- **PLC:** Es el encargado de ejecutar la programación y activar los actuadores necesarios en función de las señales recibidas por los sensores.
- **HMI:** Es la interfaz, en este caso una pantalla táctil, que permite interactuar con el programa, seleccionando diferentes modos de funcionamiento, configurando tiempos, etc.

3.2 Disposición de los elementos

Dada la estructura inicial de la línea a automatizar, se repartirán los diferentes elementos en diferentes cuadros.

Al principio de la instalación eléctrica se dispone de un cuadro general, desde el cual se distribuirá a los cuadros secundarios.

Debido a las dimensiones de la línea, es necesario descentralizar las entradas y salidas del autómeta, para ello se han dispuesto diferentes cuadros secundarios a lo largo de la línea, donde se alojarán los diferentes módulos. Estos módulos se comunicarán con el autómeta mediante una red profibús.

El cableado se realizará a través de bandeja perforada, con cable unipolar y respetando las secciones calculadas.

En cada uno de los cuadros se dispone de dos tomas de corriente tipo SCHUKO y una CTAC para un posible uso a la hora de realizar mantenimiento o limpieza.

4 Especificaciones de funcionamiento

El control de la línea se realizará desde un cuadro de mandos, situado al inicio de la misma. Desde este se podrá controlar todos los aspectos productivos tales como modo de funcionamiento, ajustes de temporizadores, etc.

La interacción con el usuario será a través de una pantalla táctil y una botonera, situada en el cuadro de mandos. Se debe informar al usuario de los problemas existentes a lo largo de la producción, proponiendo soluciones. Permitirá la modificación de parámetros de la línea, tales como tiempos de exposición de la pieza a los diferentes tratamientos, número de piezas por caja, y otras configuraciones.

La programación se realizará de manera que facilite su comprensión y una posterior modificación, utilizando bloques correspondientes a cada subproceso de la línea, de modo que modificar el funcionamiento de una de las estaciones de trabajo o la intercalación o eliminación de estas no implique una reprogramación completa.

La línea debe disponer de dos modos de funcionamiento:

- Automático: en este modo la línea ha de funcionar de manera autónoma, minimizando al máximo la intervención del usuario.
- Manual: este modo debe dar la posibilidad de manipular cada una de las estaciones independientemente, posibilitando el accionamiento individual de cada uno de los actuadores.

5 Descripción de la solución elegida

5.1 Introducción

Para dar solución a las especificaciones de funcionamiento se ha virtualizado la planta para un mejor desarrollo. En la [sección 5.2](#) se explica la misma mediante el software Factory I/O.

Para la programación se ha utilizado una metodología que permite tratar todas las estaciones de la misma manera, lo que agiliza el desarrollo y permite una mejor comprensión de la misma, tal y como se muestra en la [sección 5.3](#).

Otro de los puntos claves a la hora del mantenimiento o modificación del programa es la estructura del mismo, como se muestra en la [sección 5.4](#) se ha seguido una programación estructurada orientada a objetos, lo que permite tener cada subestación por separado.

El cuadro de mandos, [sección 5.5](#), se ha diseñado con la pantalla en el centro, lo que proporciona una mayor comodidad a la hora de manipularla. Los pulsadores se han dispuesto en los bordes del cuadro para no entorpecer la interacción.

La programación del HMI, [sección 5.6](#), se ha realizado atendiendo a las especificaciones de funcionamiento, permitiendo una interacción intuitiva y cómoda.

5.2 Virtualización del proceso con Factory I/O

Factory I/O es un software de simulación de procesos que permite crear escenas y comunicarla con un PLC. Esto lo hace ideal para virtualizar una planta y comunicarla con la automatización.

Este es un software educativo y presenta ciertas limitaciones. Los actuadores de los que se dispone son limitados, y en ocasiones no coinciden al 100 % con la realidad, no obstante, es posible una simulación muy aproximada, [figura 5.1](#)

Por lo tanto, en este apartado se muestra la solución adoptada para Factory I/O.

A continuación se muestra cada una de las estaciones que componen la línea:

- **Línea de entrada:**

El proceso comienza con la entrada de materia prima, para ello se ha optado por un módulo emisor que genera una pieza en el lugar deseado, [figura 5.2](#). Esta debe triarse y se separan en tres grupos, válidas para tapas, válidas para bases y no válidas para el elemento final.



Figura 5.1: Vista completa de la planta

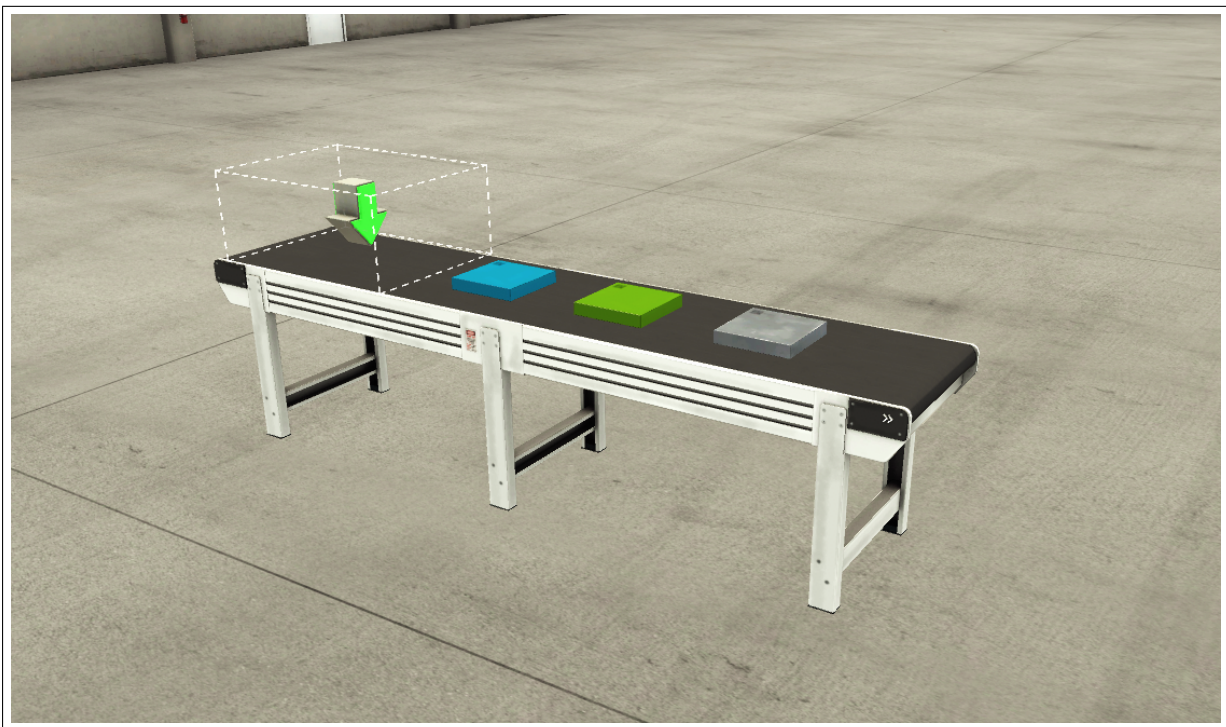


Figura 5.2: Vista del emisor y de las piezas elegidas

Para simular esto se ha optado por generar piezas de diferentes colores, de tal forma que cada color implique un grupo diferente de piezas.

Las piezas de color azul se asignan a bases, las de color verde a tapas y las de color gris se clasifican como defectuosas. Para identificar el color de las piezas se ha dispuesto un sensor de visión artificial. Una vez conocido el color de las piezas se introduce a la línea o se descarta, para esto se ha dispuesto un pistón que permite movimiento tanto en su eje vertical como horizontal, [figura 5.3](#). En caso de ser correcta, azul o verde, el pistón se cerrará para centrar la pieza y sujetarla, [figura 5.4](#); en caso de ser defectuosa, gris, el pistón ascenderá, se cerrará, bajará y al abrirse, empujará la pieza por la rampa de descarte, [figura 5.5](#).

Para introducir las piezas a la línea se dispuso un brazo cartesiano, el cual permite movimiento en los tres ejes. Para introducir la pieza en la línea, [figura 5.6](#), la cogerá con una ventosa, girará sobre si misma y depositará la pieza en la cinta correspondiente. La línea de entrada integrada en el conjunto se puede ver en la [figura 5.7](#).

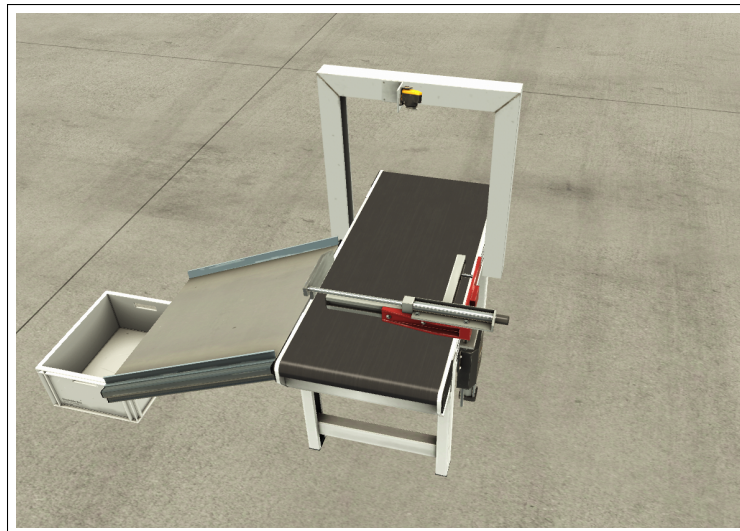


Figura 5.3: Vista de la solución adoptada para el triaje

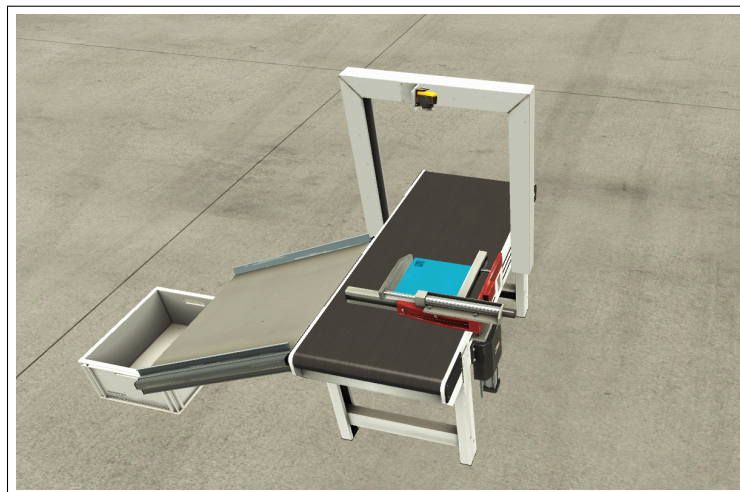


Figura 5.4: Vista de la sujeción de una pieza correcta



Figura 5.5: Vista de la secuencia de descarte

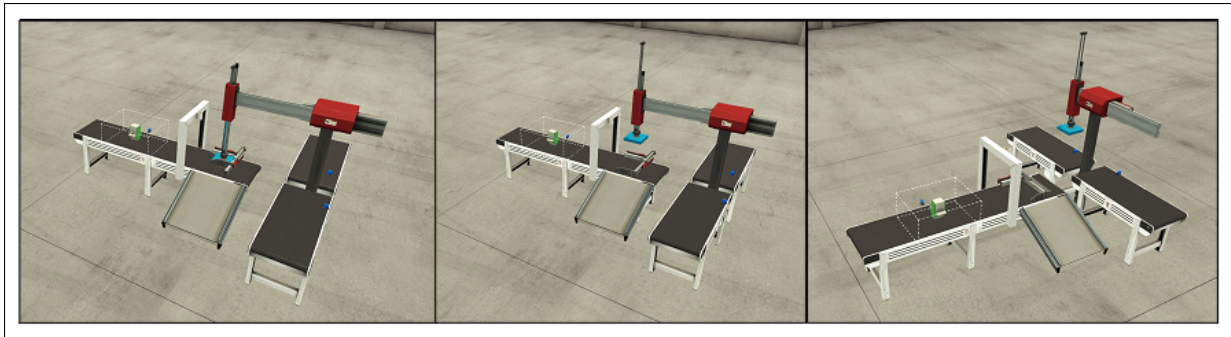


Figura 5.6: Vista de la secuencia de introducción de piezas a la línea

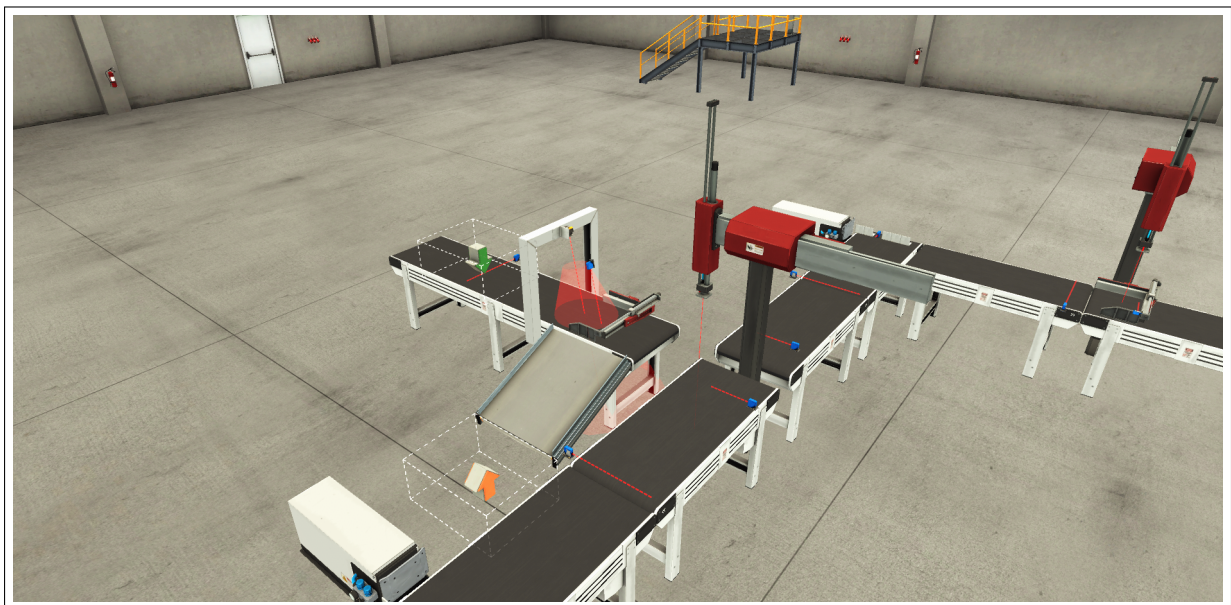


Figura 5.7: Vista de la línea de entrada

- **Línea de bases/tapas:**

Una vez se tiene la pieza dentro de la línea correspondiente, se dirige la pieza hacia un empujador, [figura 5.8](#) permitiendo un cambio de sentido de 90°.

El empujador permite dirigirla a la primera estación. La estación de desbastado se ha simulado a través de un brazo cartesiano, el cual sujeta la pieza, la gira 180° estira su brazo, se recoge y vuelve a girar para dejar la pieza nuevamente en la cinta, [figura 5.9](#). Esta simulación a priori parece carecer de sentido, pero permite comprobar el correcto funcionamiento de la estación.

Para permitir el paso de la pieza, el pistón ascenderá hasta que la pieza esté al otro lado, [figura 5.10](#).

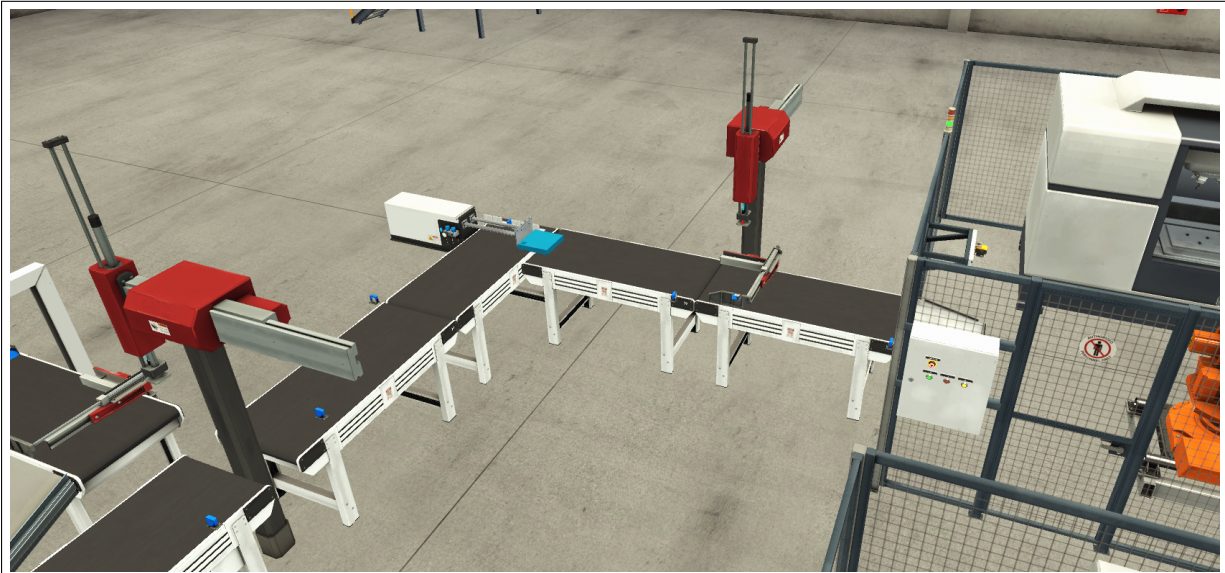


Figura 5.8: Vista del empujador 1



Figura 5.9: Vista de la secuencia seguida por la estación de desbastado

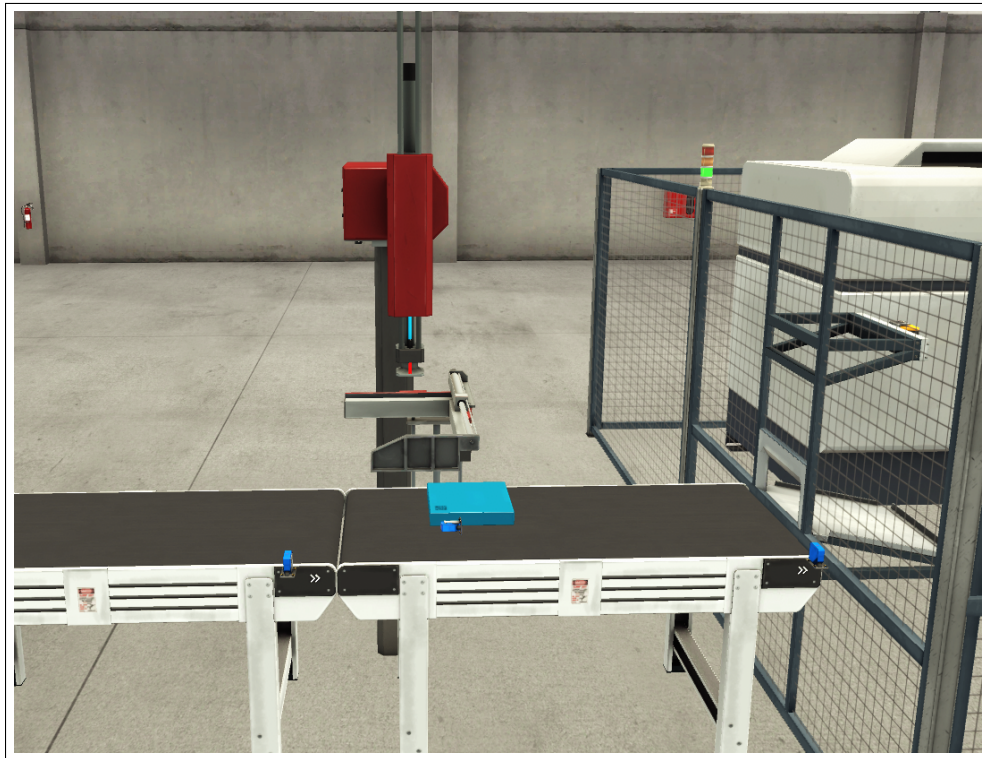


Figura 5.10: Vista de la elevación del pistón

Para el conjunto brazo-CNC solo es necesario indicar cuando comenzar el mecanizado, ya que este posee su propio controlador y no se controla desde el PLC trabajado. Esto permite conocer la respuesta que tendrá el programa ante eventos como este. Este cogerá la pieza, la insertará en la CNC y, al acabar el proceso de mecanizado, la dejará en la línea de nuevo, [figura 5.11](#).



Figura 5.11: Vista de la secuencia seguida por la estación de mecanizado

Al salir de la estación de mecanizado se pasa a la de tratamiento térmico, [figura 5.12](#) aquí se hará pasar la pieza por un túnel y, llegado a la posición correcta, se detendrá, se encenderá una alarma visual simulando el calentamiento, y continuará a la siguiente estación.

Seguido al tratamiento térmico se encuentra el tratamiento químico, [figura 5.13](#), para el que se ha diseñado una bañera con la ayuda de unas bases disponibles en el repositorio del programa, la secuencia a seguir es similar a la realizada en la estación de desbastado, con la diferencia de que, cuando el brazo gire 180°, este sumergirá la pieza durante el tiempo establecido.

- **Línea de salida:**

En la línea de salida se encuentran las dos partes del producto para ensamblarse y embalarse para su almacenamiento, [figura 5.14](#), para esto se ha dispuesto un brazo cartesiano, el cual coge la parte superior (tapa) y la pone encima de la inferior (base). Esto hace que queden solidarios y se puedan levantar ambos a la vez. El brazo gira 180° y la introduce en el cajón, repitiendo este proceso hasta completarlo. Una vez lleno el cajón, este se retira hacia el final de la cinta y se introduce una nueva caja en ella.

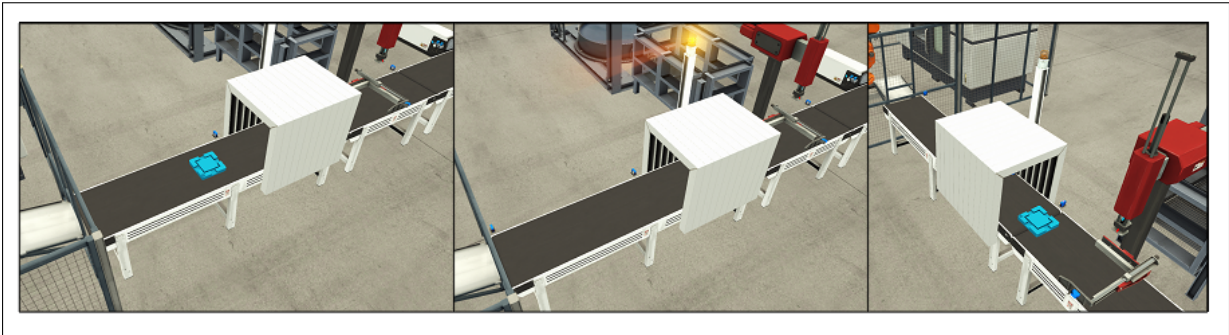


Figura 5.12: Vista de la secuencia seguida por la estación de tratamiento térmico

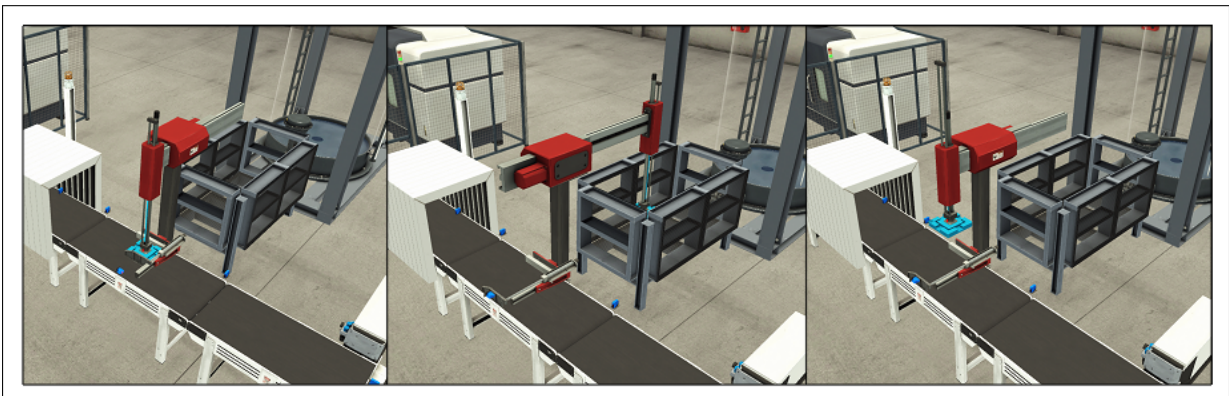


Figura 5.13: Vista de la secuencia seguida por la estación de tratamiento químico

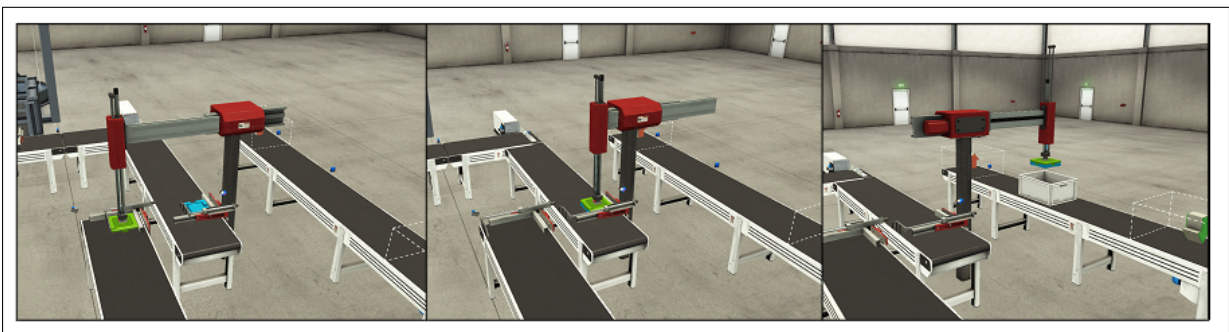


Figura 5.14: Vista de la secuencia seguida por la estación de montaje

5.3 Metodología de programación utilizada

Para el desarrollo de los diferentes diagramas GRAFCET de control, se ha seguido la metodología propuesta por el tutor del TFG, Adolfo Hilario Caballero (ahilario@isa.upv.es). Esta metodología facilita la concepción y comprensión notablemente, ya que la estructura ha de ser la misma para todos y cada uno de los diagramas GRAFCET de las diferentes estaciones que lo componen.

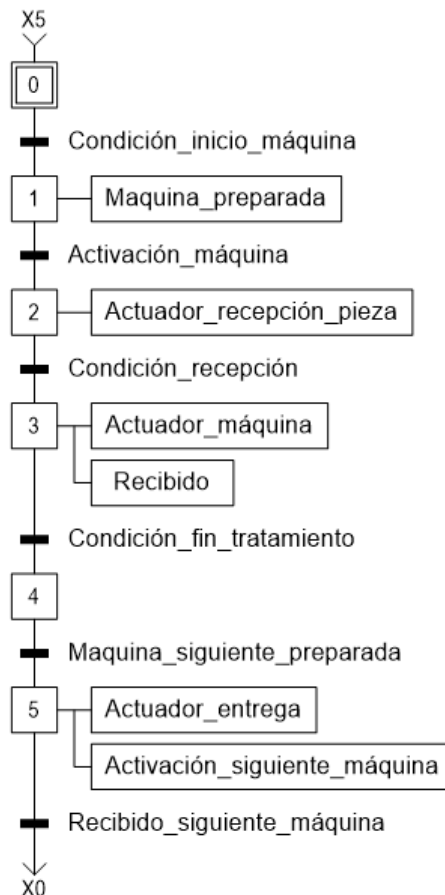


Figura 5.15: Grafcet explicativo

Los diferentes elementos a tener en cuenta son:

- “Condición_inicio_máquina” puede ser cualquier elemento que se necesite verificar antes de empezar la ejecución del GRAFCET.
- Una estación de trabajo informa a la anterior de:
 - Que está preparada para recibir el elemento a tratar mediante la marca “Máquina_preparada”.
 - Que ha recibido el elemento a tratar a través de la marca “Recibido”.
- Una estación de trabajo activa a la siguiente, siempre que esté preparada, mediante la marca “Activación_siguiete_máquina”.
- Si alguna de las acciones precisa más de una etapa, pueden utilizarse subetapas como $X_{2,1}$ o $X_{2,a}$.

- En el caso de no existir etapas de procesamiento, en la etapa X_3 solo se informa de la recepción de la pieza.
- Puede darse el caso que la condición de retorno a la etapa inicial no dependa de otra máquina, en este caso se sustituirá por la que corresponda.

Como se puede observar, se tienen cinco partes claramente diferenciadas dentro del GRAFCET, que son:

- Máquina preparada: En esta parte la máquina indica que está preparada para recibir una nueva pieza y lo comunica a la estación anterior.
- Recepción: Se pone en marcha los elementos necesarios para recibir una pieza, bien sea una cinta transportadora, un empujador neumático o cualquier otro.
- Proceso: La estación realiza la tarea para la que haya sido diseñada.
- Espera: Se entra en un estado de espera hasta que la estación siguiente nos informe que está preparada para recibir una nueva pieza.
- Entrega: Una vez es informada por parte de la siguiente estación de su predisposición a recibir una nueva pieza, se ponen en marcha los elementos necesarios para entregar la pieza a la siguiente estación.

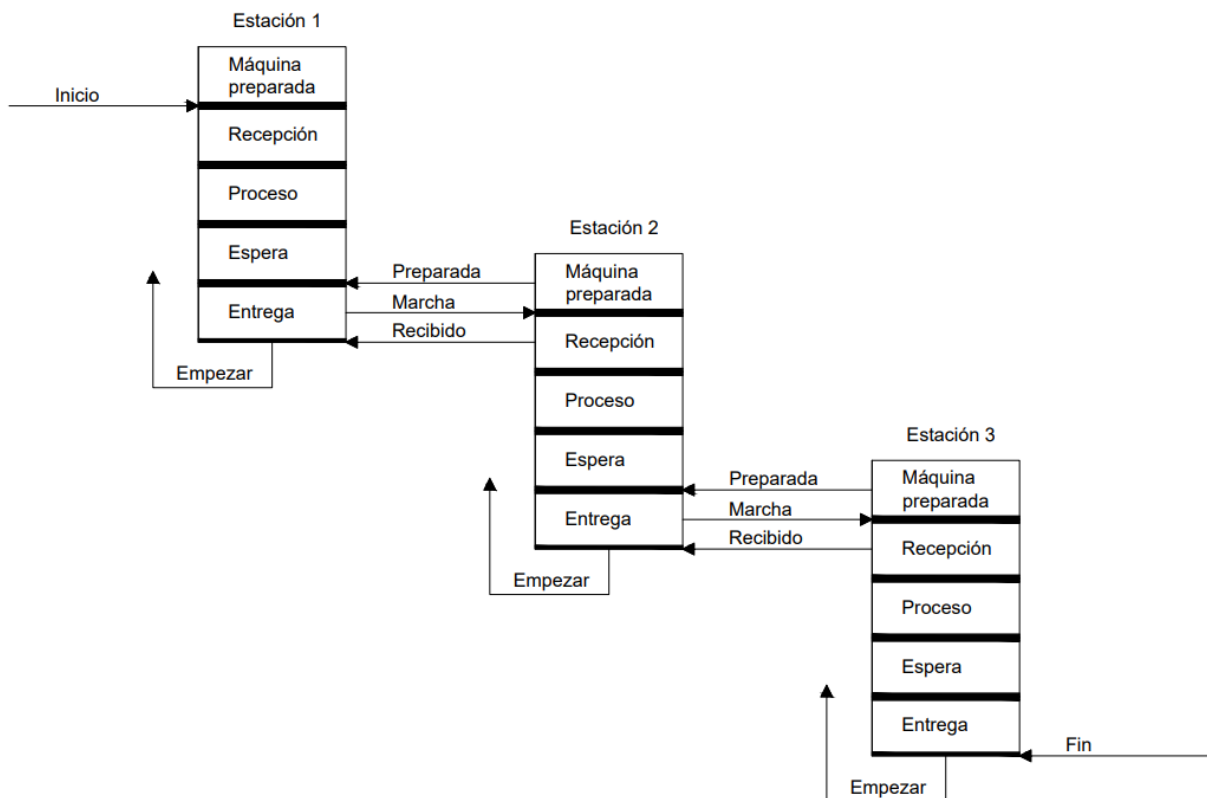


Figura 5.16: Diagrama explicativo

5.4 Descripción de la programación

La programación se ha realizado en TIA Portal V14 de Siemens. La programación en Siemens se realiza mediante bloques, estos pueden ser de cuatro tipos:

- Bloque de organización (OB): Los OB de ciclo se procesan cíclicamente. Los OB de ciclo son bloques lógicos de orden superior en el programa, en los que se pueden programar instrucciones o llamar otros bloques.
- Bloque de función (FB): Los bloques de función son bloques lógicos que depositan sus valores de forma permanente en bloques de datos de instancia, de modo que siguen estando disponibles después de procesar el bloque.
- Función (FC): Las funciones son bloques lógicos sin memoria.
- Bloque de datos (DB): Los bloques de datos (DB) sirven para almacenar datos del programa.

Por lo tanto, el programa se ha realizado en un bloque OB, [figura 5.17](#), en el que se hace la llamada a los diferentes bloques. Podemos encontrar en primer lugar un FC específico para la comunicación con Factory I/O, seguido de un FB en el que se encuentra el GEMMA de funcionamiento y por último un FC en el que se gestionan los FB de cada una de las estaciones.

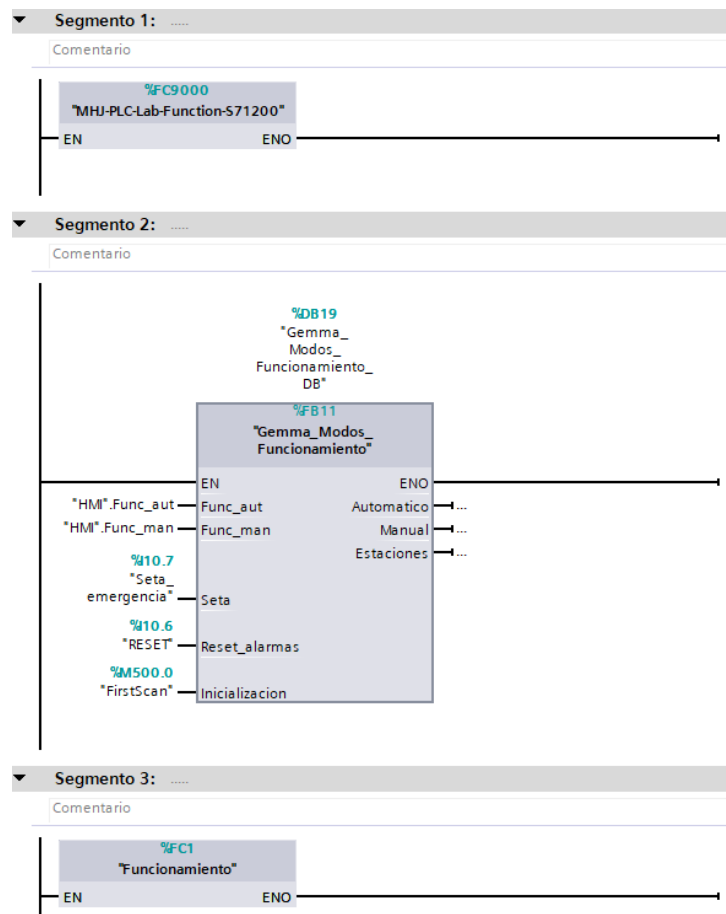


Figura 5.17: MAIN. OB1

Si accedemos al FC de funcionamiento podemos ver la llamada a los FB de cada una de las estaciones, figura 5.18.

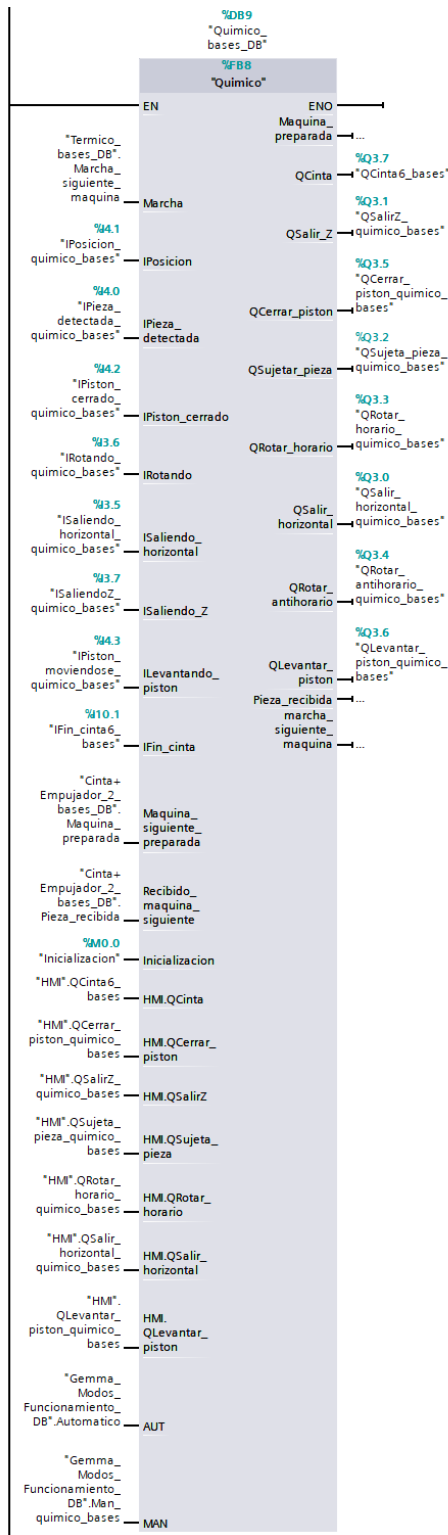


Figura 5.18: Sección del bloque FC1. Funcionamiento

Y si entramos a los FB llamados en este bloque, podemos ver la programación de cada estación. Los bloques FB llevan asociados un DB y debemos declarar las variables para cada bloque, figura 5.19, pueden ser de seis tipos, pero solo se han usado tres, que son “Input”, “Output” y “Static”.

Como es lógico por su denominación, en “Inputs” tendremos las variables que suponen una entrada para el bloque, en “Output” las salidas y en “Static” las utilizadas internamente, como puedan ser las asignadas a las etapas de los diagramas GRAFCET.

Cinta+Empujador									
	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	▼ Input				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	■ Marcha	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	■ IFin_cinta1	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	■ IFin_cinta2	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	■ Maquina_siguiente_pr...	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	■ Recibido_maquina_si...	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	■ HMI.QCinta	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	■ HMI.QEmpujador	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	■ AUT	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	■ MAN	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	■ Inicializacion	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	▼ Output				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	■ Maquina_preparada	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	■ QCinta	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	■ Pieza_recibida	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	■ QEmpujador	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	■ Linea_llena	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	■ Marcha_siguiente_ma...	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	▼ InOut				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	■ <Agregar>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	■ S0	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23	■ S1	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24	■ S2	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25	■ S3	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
26	■ S4	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
27	■ S5	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
28	■ S10	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
29	■ S11	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
30	■ S12	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
31	■ S13	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
32	■ S14	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
33	■ X0	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
34	■ X1	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
35	■ X2	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
36	■ X3	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
37	■ X4	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
38	■ X5	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
39	■ X10	Bool	false	No remane...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

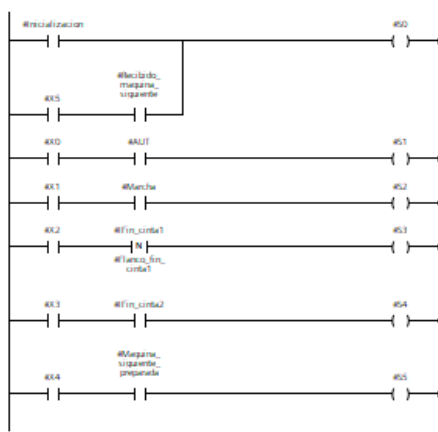
Figura 5.19: Variables del bloque FB17. Cinta+Empujador

Como se puede observar, estos “Input” y “Output” corresponden a las “patillas” que se observan a ambos lados del bloque al hacer su llamada en el FC de Funcionamiento.

Una vez declaradas las variables se programa el GRAFCET, en este caso se ha hecho en lenguaje Ladder, pero puede hacerse en cualquier otro. Se ha dividido en tres grandes grupos, automático, manual y salidas. En automático y manual se han hecho dos secciones, una para las ecuaciones de transición y otra para la activación de etapas.

▼ **Segmento 1: Ecuaciones de transición (AUT)**

Comentario



▼ **Segmento 2: Activación de etapas (AUT)**

Comentario

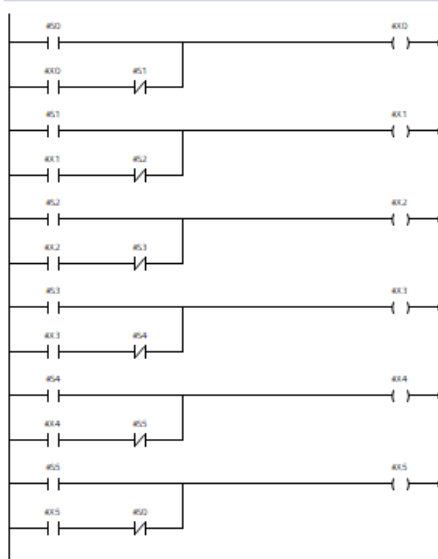
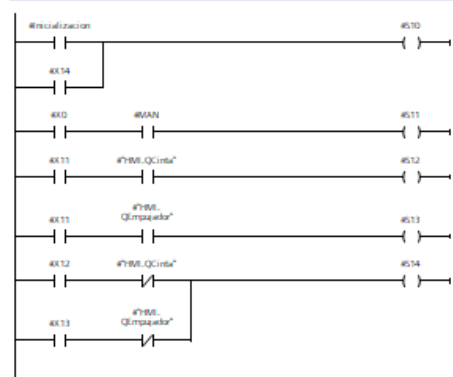


Figura 5.20: Programación del funcionamiento automático del bloque FB17. Cinta+Empujador

▼ **Segmento 5: Ecuaciones de transición (MAN)**

Comentario



▼ **Segmento 6: Activación de etapas (MAN)**

Comentario

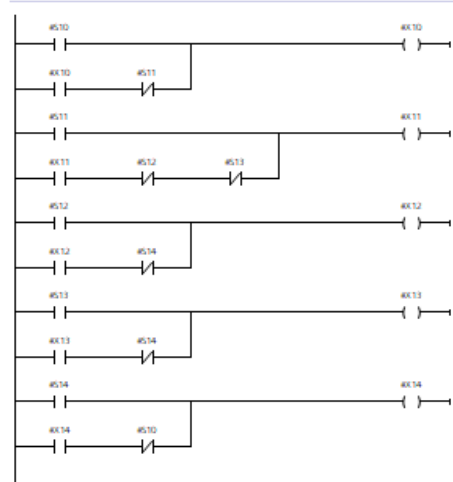


Figura 5.21: Programación del funcionamiento manual del bloque FB17. Cinta+Empujador

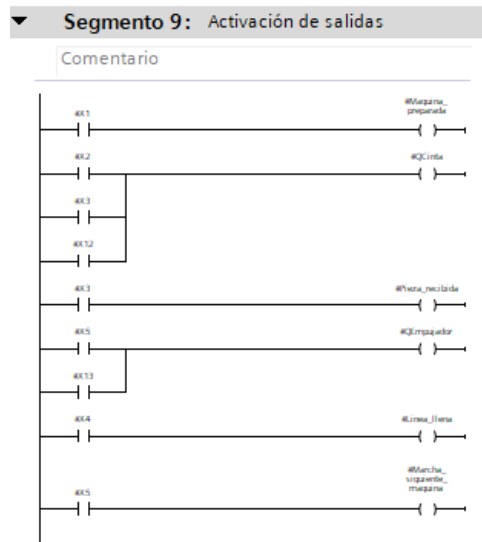


Figura 5.22: Asignación de salidas del bloque FB17. Cinta+Empujador

5.5 Diseño del cuadro de mandos

En el cuadro de mandos, [figura 5.23](#), se observa, de arriba a abajo e izquierda a derecha, un piloto de “Máquina en funcionamiento”, este indica que la máquina está en marcha. Debajo de éste está el selector “ON-OFF” para arrancar o parar la línea y, siguiendo a éste un pulsador para resetear el contador de cajas terminadas.

El centro del cuadro lo ocupa la pantalla o HMI, el cual se encarga de controlar los diferentes modos de funcionamiento. Se tratará en profundidad más adelante. En la zona centro inferior se dispone de un *display*, el cual muestra el número de cajas finalizadas.

En la esquina derecha superior está la seta de emergencia, que detiene la línea en caso de emergencia. Debajo un pulsador de inicio, que confirma la orden dada por el HMI. El pulsador de “Reset” nos permite borrar una incidencia dada de la pantalla para poder continuar y el pulsador “Paro” detiene la línea.



Figura 5.23: Vista del cuadro de mandos

5.6 Pantalla táctil o HMI

Para el control complejo de la línea se cuenta con la ayuda de una pantalla KTP700 Basic de la marca Siemens, la cual cuenta con ocho botones físicos que ayudan a un control más ágil.

Al iniciar la pantalla se accede al menú principal, [figura 5.24](#), donde se podrá escoger entre dos modos de funcionamiento, automático o manual. Además, se cuenta con un acceso a los ajustes de los diferentes parámetros de la línea en la esquina inferior derecha.

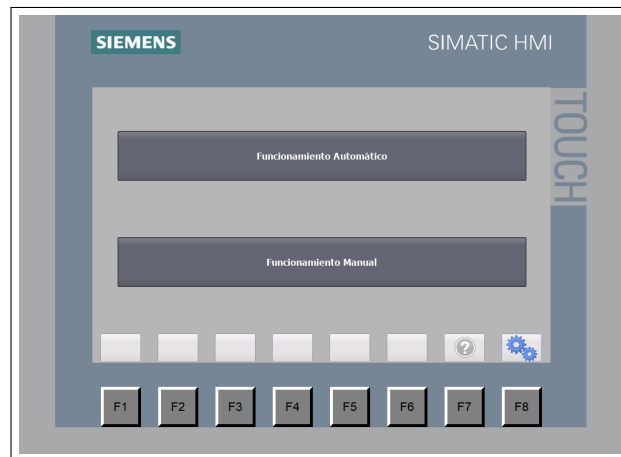


Figura 5.24: Vista del menú principal

- Automático

Si se escoge el modo automático se entra a una pantalla, [figura 5.25](#), donde se verán los errores que se produzcan a lo largo de la línea. Para iniciar el proceso automático basta con pulsar “INICIO” estando en esta pantalla.

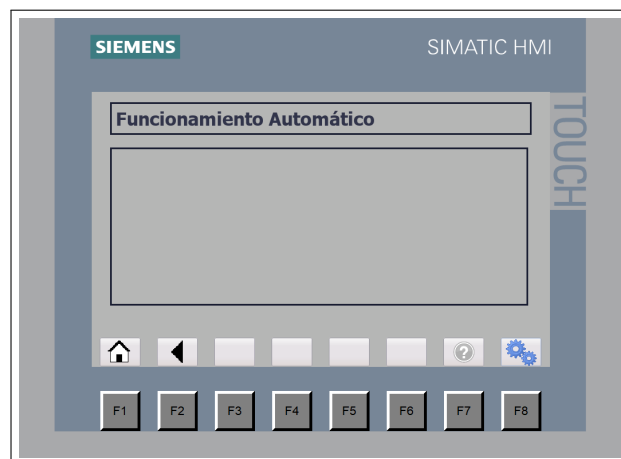


Figura 5.25: Vista de la pantalla “AUTOMÁTICO”

En caso de producirse un fallo, la pantalla muestra un mensaje describiendo lo ocurrido y aportando una posible solución. figura 5.26.

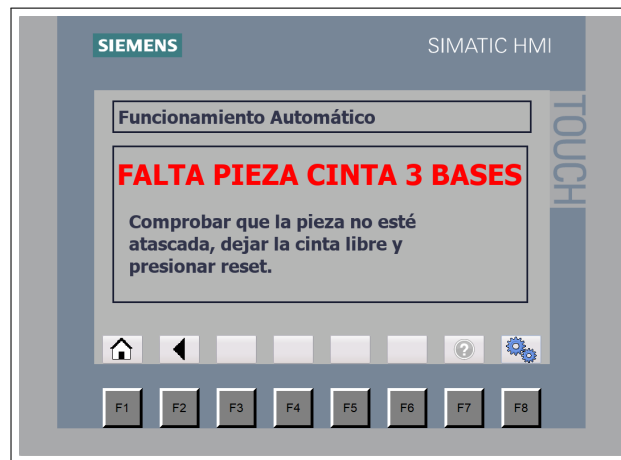


Figura 5.26: Error en la pantalla “AUTOMÁTICO”

- Manual

Si, por otro lado, se escoge el modo de funcionamiento manual, se abre un menú donde poder elegir la zona en la que se encuentra la máquina a controlar. figura 5.27.

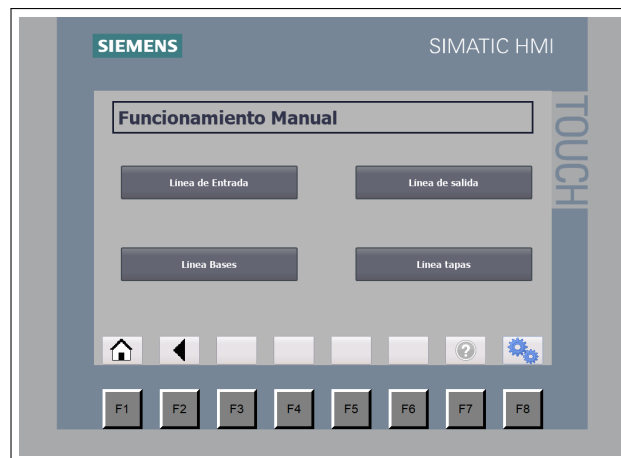


Figura 5.27: Vista de la pantalla “MANUAL”

Para explicar como llegar a controlar una máquina en concreto se pondrá el ejemplo de control de la estación de tratamiento químico de la línea de bases.

En primer lugar se entrará en la línea de bases pulsando en el botón correspondiente, figura 5.28.

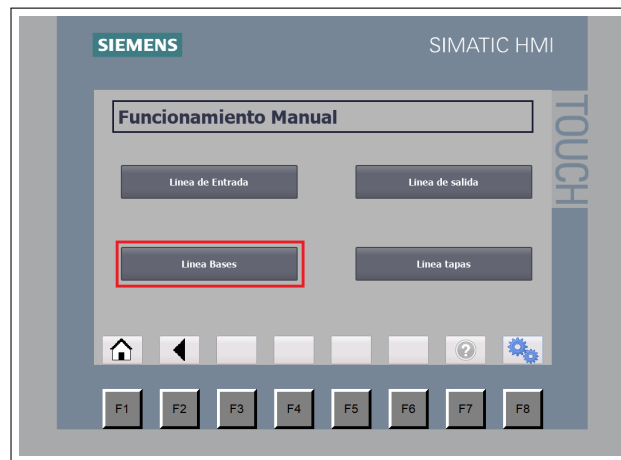


Figura 5.28: Vista de la pantalla “MANUAL”. Entrar en la línea de bases

Ahora se escogerá la estación deseada, en este caso “Químico”, figura 5.29.

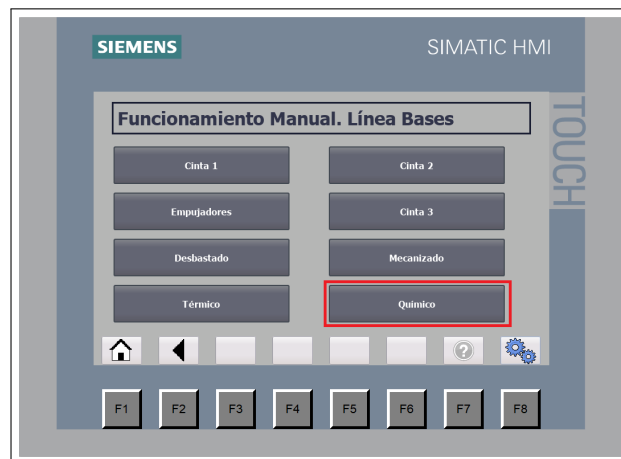


Figura 5.29: Vista de la pantalla “MANUAL”. Entrar en la estación de tratamiento químico

Desde aquí, [figura 5.30](#) se puede controlar cada uno de los actuadores de manera independiente pulsando en el botón correspondiente, además existe una pantalla más, [figura 5.31](#), que proporciona más opciones. Cuando haya más pantallas disponibles será visible una flecha en la parte inferior.

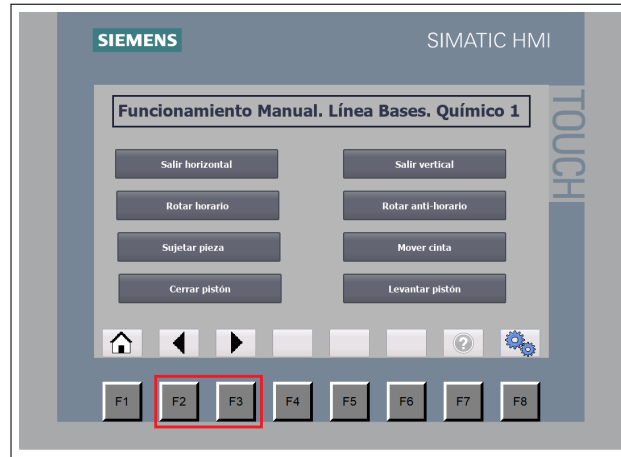


Figura 5.30: Vista de la pantalla “MANUAL”. Control manual y navegación entre pantallas de control



Figura 5.31: Vista de la pantalla “MANUAL”. Segunda pantalla de control

En la parte inferior derecha de la pantalla, [figura 5.32](#), se encuentran dos accesos presentes en cada una de las pantallas. Estos corresponden a “ayuda” y “ajustes”.

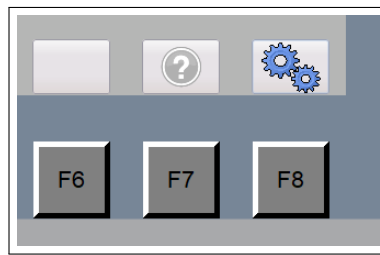


Figura 5.32: Vista de los accesos a “ayuda” y “ajustes”

El botón de ayuda muestra un mensaje con información sobre la pantalla actual, [figura 5.33](#). En ajustes, [figura 5.34](#) se abre la pantalla donde se puede cambiar los parámetros de la estación, tales como temporizadores, velocidades, etc. En caso de encontrarse en el menú principal, se abre una pantalla en la que poder ir navegando entre las distintas secciones de la planta para poder modificar estos valores.

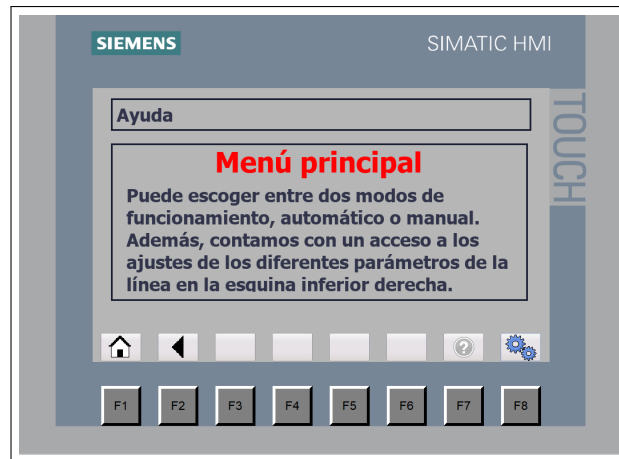


Figura 5.33: Mensaje de ayuda del menú principal

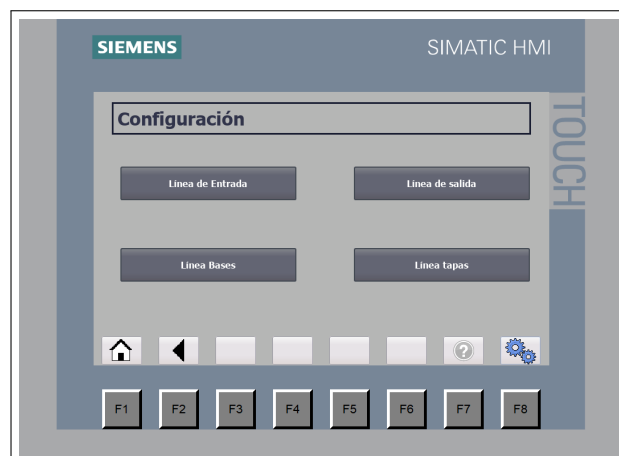


Figura 5.34: Menú principal de “Configuración”

De estar en cualquiera de las pantallas en manual, se abrirá la pantalla de ajustes de la estación correspondiente.

En la [figura 5.35](#) y la [figura 5.36](#) se muestra un esquema con las diferentes pantallas que se pueden encontrar.

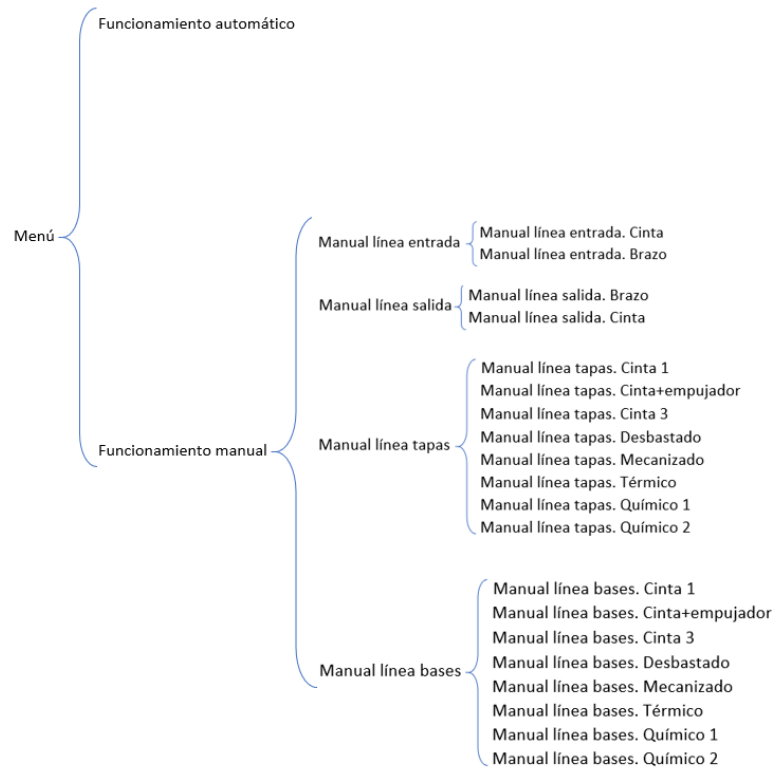


Figura 5.35: Pantallas disponibles en los modos “AUTOMÁTICO” “MANUAL”

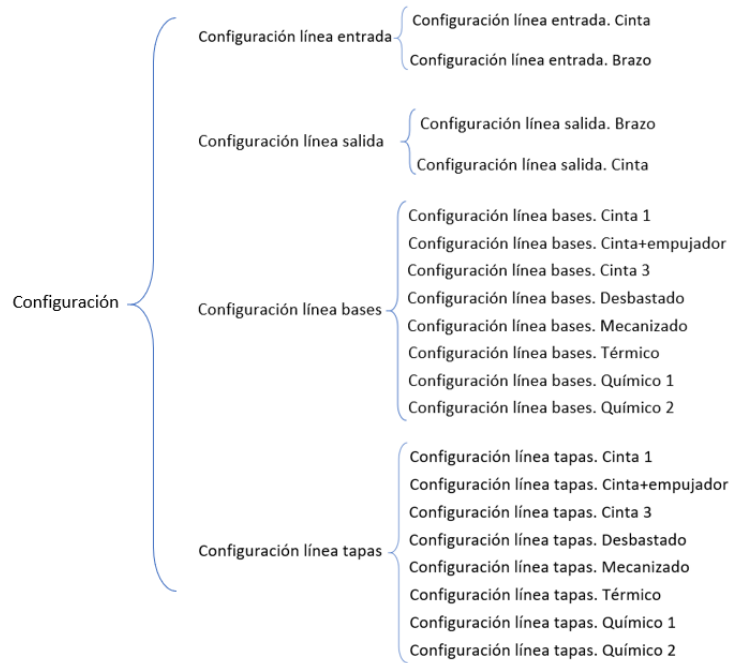


Figura 5.36: Pantallas disponibles dentro de la configuración

6 Dimensionado de la instalación eléctrica

6.1 Previsión de cargas

Según el reglamento electrotécnico de baja tensión en su ITC-BT-10, este edificio está clasificado como destinado a una industria específica. En su apartado 4 detalla que ha de calcularse considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10 350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

La nave destinada a tal fin cuenta con una superficie de 1000 m², por lo que los cálculos deberían realizarse, como mínimo, para una potencia de 125 000 W. La potencia estimada de consumo es de 169 440 W, por lo que está por encima de lo exigido.

Para la instalación de los motores se ha dispuesto una línea individual para cada motor. Debido a la instalación de motores eléctricos y acorde a la ITC-BT-47, para un solo motor, los conductores de conexión que lo alimentan deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

Para las líneas de algunos elementos como las fuentes de alimentación, el PLC y las electroválvulas se han considerado unas potencias mayores a las consumidas realmente, previendo modificaciones posteriores.

La previsión de cargas de la instalación se ha reflejado en la [tabla C.1](#) y la [tabla C.2](#) de los anexos.

6.2 Diseño y cálculo de la línea eléctrica

- Cálculo por capacidad térmica

Ha de calcularse la sección de los cables de manera que la intensidad máxima que va a circular por ellos no exceda de la intensidad máxima admisible. Para determinar esto se ha seguido la tabla de intensidad admisible según la norma UNE 20460-5-523. Para conocer la intensidad que circula por cada línea se aplican las siguientes fórmulas en función de si son líneas monofásicas o trifásicas:

$$I_B = \frac{P_{cal.}}{V \cdot \cos \varphi} \quad \text{Monofásica}$$

$$I_B = \frac{P_{cal.}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad \text{Trifásica}$$

Siendo:

$P_{cal.}$ = Potencia de cálculo

V = Tensión de la línea

$\cos \varphi$ = Factor de potencia

Una vez conocidas las intensidades se consulta en la tabla de intensidades admisibles la sección necesaria cumpliendo que $I_B \leq I_Z$.

Resultados de los cálculos en la [tabla C.3](#) y la [tabla C.4](#) de los anexos.

- Cálculo por caída de tensión

De acuerdo con la ITC-BT-19, la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos, que es nuestro caso.

Conocidas ya las secciones que cumplen con el criterio de capacidad térmica, se comprueba que cumple con el de caída de tensión. Para el cálculo de estos valores se han utilizado las siguientes fórmulas:

$$\%V = \frac{200 \cdot P_{cal.} \cdot L}{\gamma \cdot V^2 \cdot S} \quad \text{Para monofásica}$$

$$\%V = \frac{100 \cdot P_{cal.} \cdot L}{\gamma \cdot V^2 \cdot S} \quad \text{Para trifásica}$$

Siendo:

$P_{cal.}$ = Potencia de cálculo

L = Longitud de la línea

γ = Conductividad del cable

V = Voltaje de la línea

S = Sección del cable

Para el cálculo de γ es necesario conocer la temperatura de trabajo del cable, para ello:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I_B}{I_Z}\right)^2$$

Siendo:

T = Temperatura real estimada en el conductor

T_{max} = Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento

T_0 = Temperatura ambiente del conductor

I_B = Intensidad prevista para el conductor

I_Z = Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación

Con este dato es posible conocer el valor de γ aplicando:

$$\gamma_T = \frac{1}{\rho_{20} \cdot [1 \cdot \alpha \cdot (\theta - 20)]}$$

Siendo:

ρ_{20} = Resistividad del cobre a 20 °C

α = Coeficiente de variación con la temperatura de la resistencia a 20 °C

θ = Temperatura de trabajo

Los resultados obtenidos se encuentran en la [tabla C.5](#) y la [tabla C.6](#) de los anexos.

6.3 Corrientes de cortocircuito y protecciones eléctricas

■ Cálculo de corrientes de cortocircuito

Según la ITC-BT-22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en el mismo tiempo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente.

Para seleccionar estos dispositivos de protección es necesario conocer las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas. Para ello hay que diferenciar entre los 3 tipos de cortocircuito que podemos tener en nuestra línea:

– Cortocircuito trifásico

El cortocircuito trifásico es aquel que atañe a las tres fases de un circuito trifásico.

$$I_{cc} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \vec{Z}_1}$$

– Cortocircuito bifásico

El cortocircuito bifásico es en el que se ven implicada dos de las tres fases de un circuito trifásico.

$$I_{cc} = \frac{400}{2 \cdot \overline{Z}_1}$$

– Cortocircuito monofásico

El cortocircuito monofásico es el producido entre la fase y el neutro de una instalación monofásica.

$$I_{cc} = \frac{230}{\overline{Z}_F + \overline{Z}_N}$$

Atendiendo a estos criterios se han calculado las secciones necesarias para cumplir con la normativa citada.

- Cálculo de la impedancia de la acometida en la [tabla C.7](#).
- Intensidades de cortocircuito de la derivación individual en la [tabla C.8](#)
- Intensidades máximas de cortocircuito en los cuadros secundarios en la [tabla C.9](#) y la [tabla C.10](#).
- Intensidades mínimas de cortocircuito en los cuadros secundarios en la [tabla C.11](#) y la [tabla C.12](#).

■ Selección de protecciones eléctricas

– Magneto-térmicos

La finalidad del magneto-térmico es la de proteger el cable contra sobrecargas producidas en la línea. Su calibre debe ser menor que la intensidad soportada por el cable, de esta manera, el dispositivo abrirá su contacto antes de superar este umbral. Por otro lado, su poder de corte ha de ser superior a la intensidad producida en un cortocircuito máximo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_{ccm\acute{a}x} \leq \text{Poder de corte}$$

Es posible que, dependiendo de los resultados obtenidos, haya que aumentar sección debido a la inexistencia del calibre de magneto-térmico requerido. Es decir, supongamos una línea de 10 A que cumple con un calibre de 1.5 mm², pero esta sección no soporta más de 12 A. El menor calibre de magneto-térmico del que se dispone es de 16 A, habrá que aumentar la sección del cable hasta que quede protegido por el magneto-térmico.

– Diferenciales

La finalidad del diferencial es la de proteger al circuito de derivaciones a tierra y a las personas de contactos directos, comparando la intensidad que entra al circuito con la que sale de él, si hay una derivación a tierra, este abrirá su contacto.

Un aspecto a la hora de elegir un dispositivo es la sensibilidad. Esta será de 30 mA para alumbrado y otros usos y de 300 mA para motores.

Para comprobar que un interruptor diferencial protege la línea en la que ha sido instalado es necesario realizar una comprobación:

$$t \geq \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

7 Presupuesto

En este apartado se contempla lo necesario para la automatización y alimentación eléctrica de la línea, quedando excluidos todos los elementos que componen la línea, tales como cintas, pistones neumáticos, etc. Se ha dividido el presupuesto en tres partes, Previsión de costes materiales, [tabla 7.1](#), un presupuesto de programación y virtualización, [tabla 7.2](#) y otro para la instalación eléctrica y conexionado de los elementos, [tabla 7.3](#).

7.0.1 Previsión de costes materiales

En este presupuesto se contemplan los elementos de protección de la instalación realizada, los dispositivos de maniobra, sensores, pulsadores, selectores, PLC, fuentes de alimentación, etc. necesarios para el correcto funcionamiento del diseño. También se incluye el coste del tendido eléctrico y los elementos necesarios para su instalación.

Tabla 7.1: Previsión de costes materiales

Código	Ud.	Denominación	Cantidad	Precio	Total
LV432408+LV432100	Ud.	Interruptor magneto-térmico 400A curva C 50kA	1	4 739.85 €	4 739.85 €
A9F75440	Ud.	Interruptor magneto-térmico 40A curva d 15kA	6	101.11 €	606.66 €
A9F75450	Ud.	Interruptor magneto-térmico 50A curva D 15kA	3	130.99 €	392.97 €
A9F75432	Ud.	Interruptor magneto-térmico 32A curva D 15kA	2	88.51 €	177.02 €
A9F79416	Ud.	Interruptor magneto-térmico 16A curva c 15kA	24	39.62 €	950.88 €
A9F75425	Ud.	Interruptor magneto-térmico 25A curva d 15kA	32	86.51 €	2 768.32 €
A9F79420	Ud.	Interruptor magneto-térmico 20A curva c 15kA	6	40.71 €	244.26 €
A9R84440	Ud.	Interruptor diferencial 40A 300mA AC	6	65.29 €	391.74 €
A9R84463	Ud.	Interruptor diferencial 63A 300mA AC	4	116.72 €	466.88 €
A9R81225	Ud.	Interruptor diferencial 25A 30mA AC	30	34.87 €	1 046.10 €
A9R84225	Ud.	Interruptor diferencial 25A 300mA AC	32	54.40 €	1 740.80 €
A9C20834	Ud.	Contactador Modular ICT 25A 4NA 230/240V	28	34.55 €	967.40 €
A9C20732	Ud.	Contactador Modular ICT 25A 2 NA 230/240V	40	25.72 €	1 028.80 €
907-6384	Ud.	Electroválvula neumática	27	77.84 €	2 101.68 €
374-2038	Ud.	Fotocélula reflex	31	132.37 €	4 103.47 €
6ES7214-1HG40-0XB0	Ud.	Siemens CPU 1214C	1	399.91 €	399.91 €
6ES7 141-3BH00-0XA0	Ud.	Siemens ET 200eco	5	274.00 €	1 370.00 €
6ES7 142-3BH00-0XA0	Ud.	Siemens ET 200eco	5	333.00 €	1 665.00 €
6AV2123-2GB03-0AX0	Ud.	Siemens SIMATIC HMI	1	450.00 €	450.00 €
6EP3437-8MB00-2CY0	Ud.	Siemens SITOP PSU-8600	6	631.55 €	3 789.30 €
P0615S	metros	Bandeja perforada 75x60	78	8.83 €	688.74 €
					0.00 €
84100828	metros	Cable 1.5mm2	400	0.22 €	88.00 €
84101828	metros	Cable 2.5mm2	500	0.36 €	180.00 €
84102828	metros	Cable 4mm2	200	0.53 €	106.00 €
84103828	metros	Cable 6mm2	500	0.81 €	405.00 €
84104828	metros	Cable 10mm2	600	1.39 €	834.00 €
84105828	metros	Cable 150mm2	21	18.68 €	392.28 €
3SU1152-0AB40-1BA0	Ud.	Pulsador	4	20.09 €	80.36 €
XB5AD41	Ud.	Selector	1	20.21 €	20.21 €
XB4BS442	Ud.	Seta de emergencia	1	15.79 €	15.79 €
DDM 4	Ud.	Display	1	56.63 €	56.63 €
					32 268.05 €

7.0.2 Presupuesto de programación y virtualización

Este presupuesto engloba el trabajo realizado para la automatización, tales como un estudio de la planta, identificando los elementos presentes, aportar una solución para su virtualización y la programación del sistema de acuerdo a las especificaciones de funcionamiento. También se contempla el ajuste y la puesta en marcha del sistema.

Tabla 7.2: Presupuesto de programación y virtualización

Presupuesto virtualización y programación			
Denominación	Cantidad (h)	Precio	Total
Análisis de la instalación	32	25.00 €	800.00 €
Diseño escena factory I/O	16	25.00 €	400.00 €
Programación	240	30.00 €	7 200.00 €
Ensayos y ajustes	40	30.00 €	1 200.00 €
Puesta en marcha	40	30.00 €	1 200.00 €
			10 800.00 €

7.0.3 Presupuesto de la instalación eléctrica

En este presupuesto se tiene en cuenta el tendido eléctrico necesario para la automatización de la planta, tales como la alimentación eléctrica de los actuadores y sensores, el cableado del PLC, y la instalación de los elementos de control como la pantalla, botonera, etc.

Tabla 7.3: Presupuesto instalación eléctrica

Presupuesto instalación			
Denominación	Cantidad (h)	Precio	Total
Replanteamiento	320	25.00 €	8 000.00 €
Tendido de cable	320	25.00 €	8 000.00 €
Conexiónado	340	25.00 €	8 500.00 €
Puesta en marcha	160	25.00 €	4 000.00 €
Comprobaciones	140	25.00 €	3 500.00 €
			32 000.00 €

7.1 Presupuesto total de la instalación

Previsión de costes materiales =	32.268,05 €
Presupuesto de programación y virtualización =	10.800,00 €
Presupuesto de instalación eléctrica =	32.000,00 €
Alquiler de maquinaria auxiliar =	5000,00 €
Gastos generales y beneficio industrial (19 %) =	15.212,93 €
IVA (21 %) =	20.009,01 €
TOTAL =	115.289,99 €

8 Conclusiones

A la finalización del documento, puede concluirse que los objetivos iniciales han sido alcanzados, cubriendo las necesidades planteadas.

Para la programación de la línea se ha seguido una metodología innovadora que permite tratar a todas las estaciones de trabajo de la misma manera, facilitando en gran medida el desarrollo del GRAFCET. En un primer lugar se puso a prueba en una línea simple, constando esta de dos elementos, a la que se le fue agregando elementos, lo que resultó más sencillo de lo esperado.

En TIA Portal, se han utilizado bloques de función, los cuales permiten programar cada estación de manera individual y hacer la llamada a cada bloque cuando se necesita. Estos bloques crean un bloque de datos asociado a su propio bloque de función, lo que simplifica enormemente la asignación de variables internas como pueden ser las marcas dedicadas a las etapas, es decir, todos los bloques tienen una variable llamada S_0 .

La virtualización de la planta se ha realizado con el *software* Factory I/O, el cual desconocía y me ha parecido muy interesante a nivel didáctico, ya que para uso industrial presenta muchas limitaciones, sobre todo a la hora de escoger elementos como pistones neumáticos, o a la hora de hacer interactuar elementos entre sí.

Para el cableado eléctrico se hizo un estudio para prever las cargas de cada línea de la planta, dimensionando y protegiendo las mismas. Se ha distribuido la instalación en diferentes cuadros secundarios y se ha descentralizado las entradas y salidas del autómata.

9 Bibliografía y Normativa

9.1 Bibliografía de consulta

- Autómatas programables SIEMENS Grafcet y Guía Gemma con TIA Portal. Ramón Ayuste y Vicente Guerrero. 978-84-267-2378-9. Marcombo (2017).
- Documentación Software Factory IO.
<https://docs.factoryio.com/>
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:
http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/rebt_guia.aspx

9.2 Normativa

- AENOR. Lenguaje de especificación GRAFCET para diagramas funcionales secuenciales. UNE-EN 60848, 2013
- AENOR. Autómatas programables. Parte 3: Lenguajes de programación. UNE-EN 61131-3, 2013
- AENOR. Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. UNE-EN ISO 13849-1, 2016

Anexos

A Variables de programa

Sensores			Sensores			Sensores		
Inicio cinta entrada	Bool	%I0.0	ISaliendo_horizontal_quimico_bases	Bool	%I3.5	IRotando_quimico_tapas	Bool	%I7.1
IPieza_en_posicion_entrada	Bool	%I0.1	IRotando_quimico_bases	Bool	%I3.6	ISaliendo2_quimico_tapas	Bool	%I7.2
IVerde	Bool	%I0.2	ISaliendo2_quimico_bases	Bool	%I3.7	IPieza_detectada_quimico_tapas	Bool	%I7.3
IDefectuoso	Bool	%I0.3	IPieza_detectada_quimico_bases	Bool	%I4.0	IPosicion_quimico_tapas	Bool	%I7.4
IAzul	Bool	%I0.4	IPosicion_quimico_bases	Bool	%I4.1	IPiston_cerrado_quimico_tapas	Bool	%I7.5
IPiston_cerrado_entrada	Bool	%I0.5	IPiston_cerrado_quimico_bases	Bool	%I4.2	IPiston_moviendose_quimico_tapas	Bool	%I7.6
IPiston_moviendose_entrada	Bool	%I0.6	IPiston_moviendose_quimico_bases	Bool	%I4.3	IFin_cinta8_tapas	Bool	%I7.7
ISaliendo_horizontal_entrada	Bool	%I0.7	IFin_cinta8_bases	Bool	%I4.4	IEmpujador2_tapas-	Bool	%I8.0
ISaliendo2_entrada	Bool	%I1.0	IEmpujador2_bases-	Bool	%I4.5	IEmpujador2_tapas+	Bool	%I8.1
IPieza_detectada_entrada	Bool	%I1.1	IEmpujador2_bases+	Bool	%I4.6	ISaliendo_horizontal_montaje	Bool	%I8.2
IPiezas_almacen_bases	Bool	%I1.2	Inicio_cinta1_tapas	Bool	%I4.7	IRotando_montaje	Bool	%I8.3
IPiezas_almacen_tapas	Bool	%I1.3	IFin_cinta1_tapas	Bool	%I5.0	ISaliendo2_montaje	Bool	%I8.4
IRotando_entrada	Bool	%I1.4	IFin_cinta2_tapas	Bool	%I5.1	IPieza_detectada_montaje	Bool	%I8.5
IFin_cinta1_bases	Bool	%I1.5	IEmpujador1_tapas-	Bool	%I5.2	IPosicion_montaje_bases	Bool	%I8.6
IFin_cinta2_bases	Bool	%I1.6	IEmpujador1_tapas+	Bool	%I5.3	IPiston_cerrado_montaje_bases	Bool	%I8.7
IEmpujador1_bases-	Bool	%I1.7	IFin_cinta3_tapas	Bool	%I5.4	IPiston_moviendose_montaje_bases	Bool	%I8.9
IEmpujador1_bases+	Bool	%I2.0	ISaliendo_horizontal_desbastado_tapas	Bool	%I5.5	IPosicion_montaje_tapas	Bool	%I9.1
IFin_cinta3_bases	Bool	%I2.1	IRotando_desbastado_tapas	Bool	%I5.6	IPiston_cerrado_montaje_tapas	Bool	%I9.2
ISaliendo_horizontal_desbastado_bases	Bool	%I2.2	ISaliendo2_desbastado_tapas	Bool	%I5.7	IPiston_moviendose_montaje_tapas	Bool	%I9.3
IRotando_desbastado_bases	Bool	%I2.3	IPieza_detectada_desbastado_tapas	Bool	%I6.0	Inicio_cinta_cajas	Bool	%I9.4
ISaliendo2_desbastado_bases	Bool	%I2.4	IPosicion_desbastado_tapas	Bool	%I6.1	IPosicion_cinta_cajas	Bool	%I9.5
IPieza_detectada_desbastado_bases	Bool	%I2.5	IPiston_cerrado_desbastado_tapas	Bool	%I6.2	IFin_cinta_cajas	Bool	%I9.6
IPosicion_desbastado_bases	Bool	%I2.6	IPiston_moviendose_desbastado_tapas	Bool	%I6.3	IFin_cinta6_bases	Bool	%I10.1
IPiston_cerrado_desbastado_bases	Bool	%I2.7	IFin_cinta4_tapas	Bool	%I6.4	IFin_cinta6_tapas	Bool	%I10.2
IPiston_moviendose_desbastado_bases	Bool	%I3.0	Inicio_cinta5_tapas	Bool	%I6.5	IFin_mecanizado_bases	Bool	%I10.3
IFin_cinta4_bases	Bool	%I3.1	IFin_cinta5_bases	Bool	%I6.6	IFin_mecanizado_tapas	Bool	%I10.4
Inicio_cinta5_bases	Bool	%I3.2	IZona_tratamiento_tapas	Bool	%I6.7	INivel_deposito_bases	Word	%IW30
IFin_cinta5_bases	Bool	%I3.3	ISaliendo_horizontal_quimico_tapas	Bool	%I7.0	INivel_deposito_tapas	Word	%IW32
IZona_tratamiento_bases	Bool	%I3.4						

Figura A.1: Variables de programa destinadas a sensores

Actuadores			Actuadores			Actuadores		
QEmisor_piezas	Bool	%Q0.0	QSujeta_pieza_quimico_bases	Bool	%Q3.2	QRotar_horario_quimico_tapas	Bool	%Q6.4
QCinta_entrada	Bool	%Q0.1	QRotar_horario_quimico_bases	Bool	%Q3.3	QRotar_antihorario_quimico_tapas	Bool	%Q6.5
QCerrar_piston_entrada	Bool	%Q0.2	QRotar_antihorario_quimico_bases	Bool	%Q3.4	QCerrar_piston_quimico_tapas	Bool	%Q6.6
Qlevantar_piston_entrada	Bool	%Q0.3	QCerrar_piston_quimico_bases	Bool	%Q3.5	Qlevantar_piston_quimico_tapas	Bool	%Q6.7
QSaliir_horizontal_entrada	Bool	%Q0.4	Qlevantar_piston_quimico_bases	Bool	%Q3.6	QCinta6_tapas	Bool	%Q7.0
QSaliir2_entrada	Bool	%Q0.5	QCinta6_bases	Bool	%Q3.7	QEmpujador2_tapas	Bool	%Q7.1
QSujetar_pieza_entrada	Bool	%Q0.6	QEmpujador2_bases	Bool	%Q4.0	QCinta7_tapas	Bool	%Q7.2
QRotar_horario_entrada	Bool	%Q0.7	QCinta7_bases	Bool	%Q4.1	QSaliir_horizontal_montaje	Bool	%Q7.3
QRotar_antihorario_entrada	Bool	%Q1.0	QCinta1_tapas	Bool	%Q4.2	QSaliir2_montaje	Bool	%Q7.4
QCinta1_bases	Bool	%Q1.1	QCinta2_tapas	Bool	%Q4.3	QSujeta_pieza_montaje	Bool	%Q7.5
QCinta2_bases	Bool	%Q1.2	QEmpujador1_tapas	Bool	%Q4.4	QRotar_horario_montaje	Bool	%Q7.6
QEmpujador1_bases	Bool	%Q1.3	QCinta3_tapas	Bool	%Q4.5	QRotar_antihorario_montaje	Bool	%Q7.7
QCinta3_bases	Bool	%Q1.4	QSaliir_horizontal_desbastado_tapas	Bool	%Q4.6	QCerrar_piston_montaje_bases	Bool	%Q8.0
QSaliir_horizontal_desbastado_bases	Bool	%Q1.5	QSaliir2_desbastado_tapas	Bool	%Q4.7	QCerrar_piston_montaje_tapas	Bool	%Q8.1
ISaliir2_desbastado_bases	Bool	%Q1.6	QSujeta_pieza_desbastado_tapas	Bool	%Q5.0	Qlevantar_piston_montaje_bases	Bool	%Q8.2
QSujeta_pieza_desbastado_bases	Bool	%Q1.7	QRotar_horario_desbastado_tapas	Bool	%Q5.1	QCinta_cajas	Bool	%Q8.3
QRotar_horario_desbastado_bases	Bool	%Q2.0	QRotar_antihorario_desbastado_tapas	Bool	%Q5.2	QEmisor_cajas	Bool	%Q8.4
QRotar_antihorario_desbastado_bases	Bool	%Q2.1	QCerrar_piston_desbastado_tapas	Bool	%Q5.3	QRetirada_cajas	Bool	%Q8.5
QCerrar_piston_desbastado_bases	Bool	%Q2.2	Qlevantar_piston_desbastado_tapas	Bool	%Q5.4	QCinta8_bases	Bool	%Q8.6
Qlevantar_piston_desbastado_bases	Bool	%Q2.3	QCinta4_tapas	Bool	%Q5.5	QCinta8_tapas	Bool	%Q8.7
QCinta4_bases	Bool	%Q2.4	Qinicio_mecanizado_tapas	Bool	%Q5.6	QCajas_completadas	Word	%QW30
Qinicio_mecanizado_bases	Bool	%Q2.5	QCinta5_bases	Bool	%Q5.7	QValvula_entrada_bases	Word	%QW32
QCinta5_bases	Bool	%Q2.6	QTratamiento_termico_tapas	Bool	%Q6.0	QValvula_salida_bases	Word	%QW34
QTratamiento_termico_bases	Bool	%Q2.7	QSaliir_horizontal_quimico_tapas	Bool	%Q6.1	QValvula_entrada_tapas	Word	%QW36
QSaliir_horizontal_quimico_bases	Bool	%Q3.0	QSaliir2_quimico_tapas	Bool	%Q6.2	QValvula_salida_tapas	Word	%QW38
ISaliir2_quimico_bases	Bool	%Q3.1	QSujeta_pieza_quimico_tapas	Bool	%Q6.3			

Figura A.2: Variables de programa destinadas a actuadores

Interacción con el usuario		
Selector_OnOff	Bool	%I9.7
Inicio	Bool	%I10.0
Reset_cajas_completadas	Bool	%I10.5
ISet_point_bases	Real	%MD0
RESET	Bool	%I10.6

Figura A.3: Variables de programa destinadas a la interacción con el usuario

B GRAFCET y ecuaciones lógicas

B.1 Línea de entrada

B.1.1 GRAFCET cinta de entrada

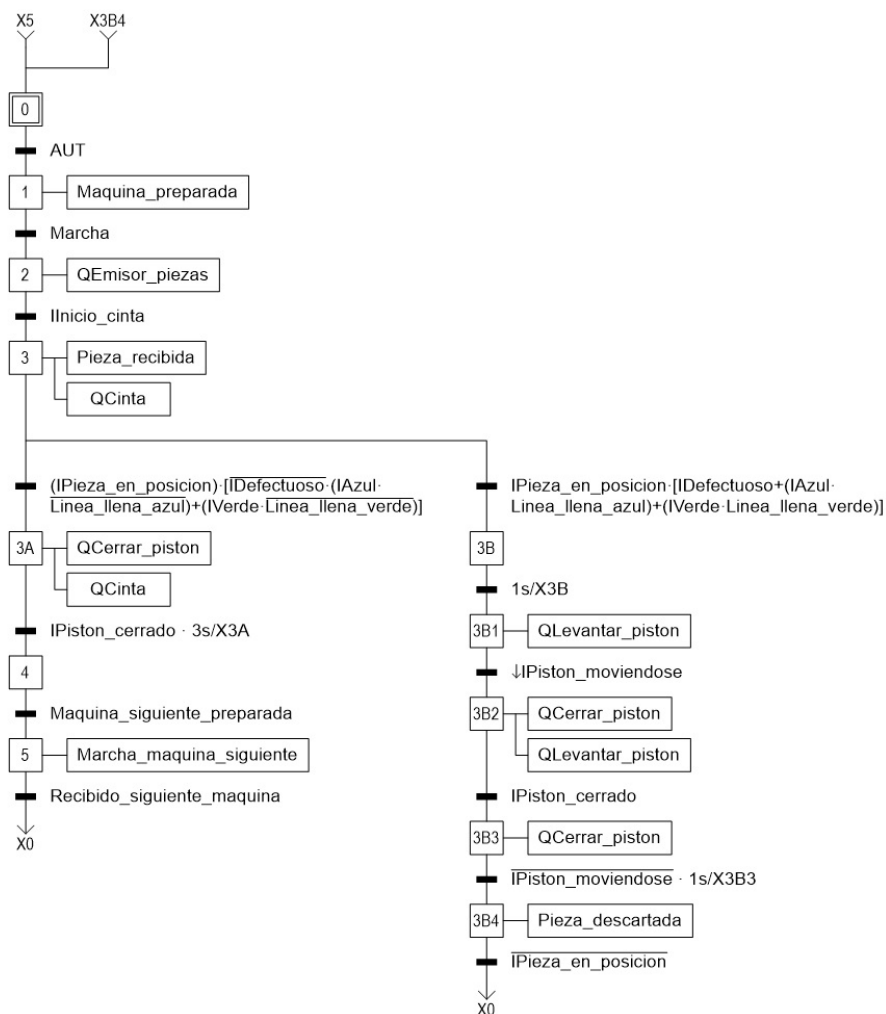


Figura B.1: GRAFCET automático de la cinta de entrada

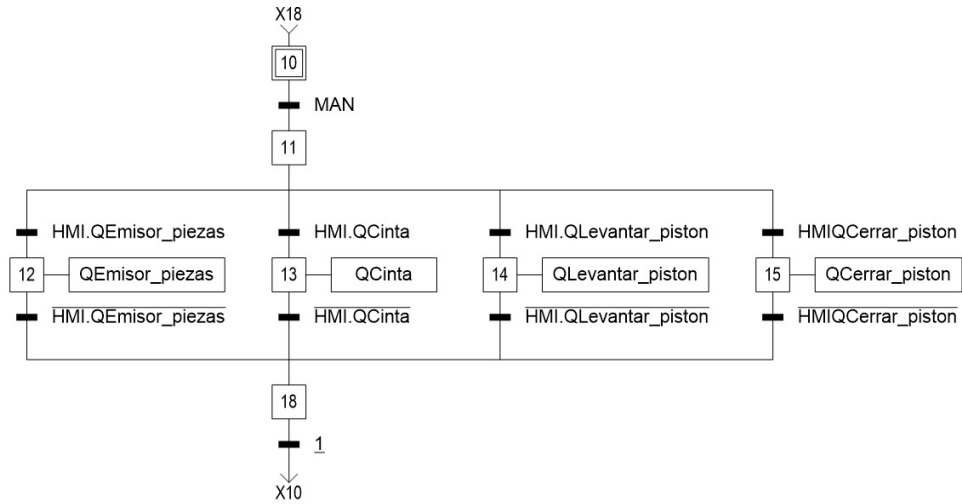


Figura B.2: GRAFCET manual de la cinta de entrada

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento automático

– Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_{3b4} \cdot \overline{IPieza_en_posicion} + X_5 \cdot Recibido_siguiente_maquina$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_3 = X_2 \cdot IInicio_cinta$$

$$S_{3a} = X_3 \cdot IPieza_en_posicion \cdot \overline{IDefectuoso} \cdot (IAzul \cdot \overline{Linea_llena_azul} + IVerde \cdot \overline{Linea_llena_verde})$$

$$S_{3b} = X_3 \cdot IPieza_en_posicion \cdot (IDefectuoso + IAzul \cdot Linea_llena_azul + IVerde \cdot Linea_llena_verde)$$

$$S_{3b1} = X_{3b} \cdot 1s/X_{3b}$$

$$S_{3b2} = X_{3b1} \cdot \downarrow IPiston_moviendose$$

$$S_{3b3} = X_{3b2} \cdot IPiston_cerrado$$

$$S_{3b4} = X_{3b3} \cdot IPiston_moviendose \cdot 1s/X_{3b3}$$

$$S_4 = X_{3a} \cdot IPiston_cerrado$$

$$S_5 = X_4 \cdot Maquina_siguiente_preparada$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}
X_0 &= S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1} \\
X_1 &= S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2} \\
X_2 &= S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3} \\
X_3 &= S_3 + X_3 \cdot \overline{S_{3a}} \cdot \overline{S_{3b}} \\
X_{3a} &= S_{3a} + X_{3a} \cdot \overline{S_4} \\
X_{3b} &= S_{3b} + X_{3b} \cdot \overline{S_{3b1}} \\
X_{3b1} &= S_{3b1} + X_{3b1} \cdot \overline{S_{3b2}} \\
X_{3b2} &= S_{3b2} + X_{3b2} \cdot \overline{S_{3b3}} \\
X_{3b3} &= S_{3b3} + X_{3b3} \cdot \overline{S_{3b4}} \\
X_{3b4} &= S_{3b4} + X_{3b4} \cdot \overline{S_0} \\
X_4 &= S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5} \\
X_5 &= S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}
\end{aligned}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$\begin{aligned}
S_{10} &= \textit{Inicializacion} + X_{16} \\
S_{11} &= X_{10} \cdot \textit{MAN} \\
S_{12} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QEmisor_piezas} \\
S_{13} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QCinta} \\
S_{14} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QLevantar_piston} \\
S_{15} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QCerrar_piston} \\
S_{16} &= X_{12} \cdot \overline{\textit{HMI.QEmisor_piezas}} + X_{13} \cdot \overline{\textit{HMI.QCinta}} + \\
&\quad + X_{14} \cdot \overline{\textit{HMI.QLevantar_piston}} + X_{15} \cdot \overline{\textit{HMI.Cerrar_piston}}
\end{aligned}$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}
X_{10} &= S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}} \\
X_{11} &= S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}} \cdot \overline{S_{14}} \cdot \overline{S_{15}} \\
X_{12} &= S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{13}} \\
X_{13} &= S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{14}} \\
X_{14} &= S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{15}} \\
X_{15} &= S_{15} + X_{15} \cdot \overline{S_{16}} \\
X_{16} &= S_{16} + X_{16} \cdot \overline{S_{10}}
\end{aligned}$$

- Activación de salidas

$$\text{Maquina_preparada} = X_1$$

$$Q\text{Emisor_piezas} = X_2 + X_{12}$$

$$\text{Pieza_recibida} = X_3$$

$$QC\text{inta} = X_3 + X_{3a} + X_{3b}$$

$$QC\text{errar_piston} = X_{3a} + X_{3b2} + X_{3b3} + X_{15}$$

$$Q\text{Levantar_piston} = X_{3b1} + X_{3b2} + X_{14}$$

$$\text{Marcha_maquina_siguiente} = X_5$$

B.1.2 GRAFCET brazo de entrada

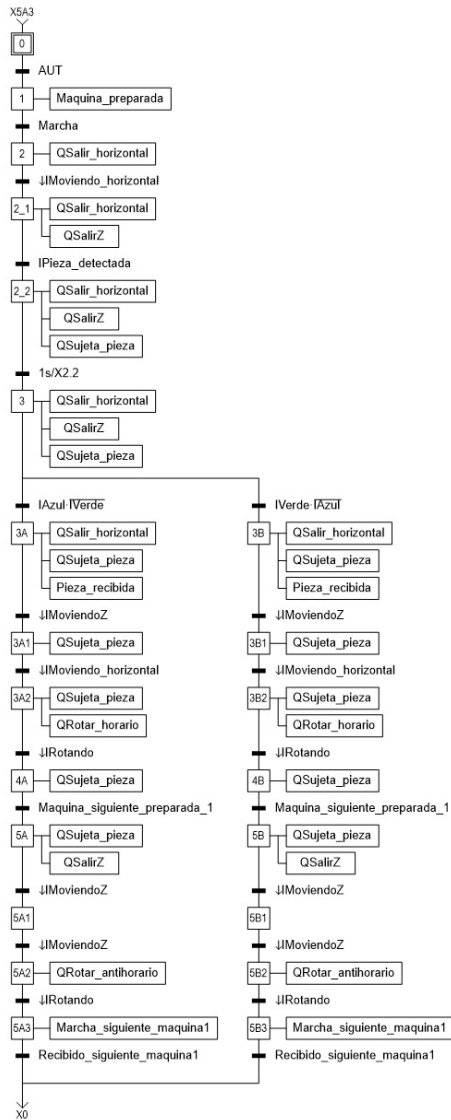


Figura B.3: GRAFCET automático del brazo de entrada

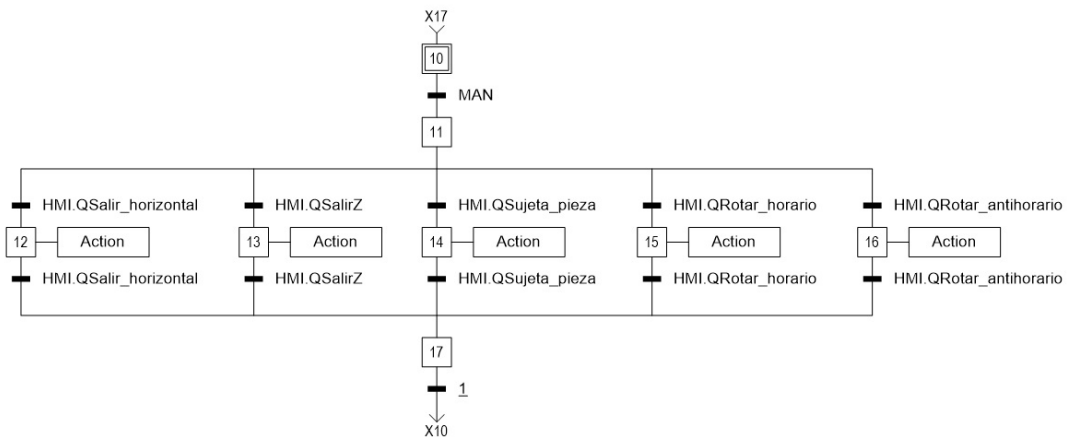


Figura B.4: GRAFCET manual del brazo de entrada

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + (X_{5a3} \cdot Recibido_siguiente_maquina1) + (X_{5b3} \cdot Recibido_siguiente_maquina2)$$

$$S_1 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_{2.1} = X_2 \cdot \downarrow IMoviendo_Horizontal$$

$$S_{2.2} = X_{2.1} \cdot IPieza_detectada$$

$$S_3 = X_{2.2} \cdot 1s/X_{2.2}$$

$$S_{3a} = X_3 \cdot IAzul$$

$$S_{3a1} = X_{3a} \cdot \downarrow IMoviendoZ$$

$$S_{3a2} = X_{3a1} \cdot \downarrow IMoviendo_horizontal$$

$$S_{4a} = X_{3a2} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{5a} = X_{4a} \cdot Maquina_siguiente_preparada1$$

$$S_{5a1} = X_{5a} \cdot \downarrow IMoviendoZ$$

$$S_{5a2} = X_{5a1} \cdot \downarrow IMoviendoZ$$

$$S_{5a3} = X_{5a2} \cdot \downarrow Rotando$$

$$S_{3b} = X_3 \cdot IVerde$$

$$S_{3b1} = X_{3b} \cdot \downarrow IMoviendoZ$$

$$S_{3b2} = X_{3b1} \cdot \downarrow IMoviendo_horizontal$$

$$S_{4b} = X_{3b2} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{5b} = X_{4b} \cdot Maquina_siguiente_preparada2$$

$$S_{5b1} = X_{5b} \cdot \downarrow IMoviendoZ$$

$$S_{5b2} = X_{5b1} \cdot \downarrow IMoviendoZ$$

$$S_{5b3} = X_{5b2} \cdot \downarrow Rotando$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}
X_0 &= S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1} \\
X_1 &= S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2} \\
X_2 &= S_2 + X_2 \cdot \overline{S_{2.1}} \\
X_{2.1} &= S_{2.1} + X_{2.1} \cdot \overline{S_{2.2}} \\
X_{2.2} &= S_{2.2} + X_{2.2} \cdot \overline{S_3} \\
X_3 &= S_3 + X_3 \cdot \overline{S_{3a}} \cdot \overline{S_{3b}} \\
X_{3a} &= S_{3a} + X_{3a} \cdot \overline{S_{3a1}} \\
X_{3a1} &= S_{3a1} + X_{3a1} \cdot \overline{S_{3a2}} \\
X_{3a2} &= S_{3a2} + X_{3a2} \cdot \overline{S_{4a}} \\
X_{4a} &= S_{4a} + X_{4a} \cdot \overline{S_{5a}} \\
X_{5a} &= S_{5a} + X_{5a} \cdot \overline{S_{5a2}} \\
X_{5a2} &= S_{5a2} + X_{5a2} \cdot \overline{S_{5a3}} \\
X_{5a3} &= S_{5a3} + X_{5a3} \cdot \overline{S_0} \\
X_{3b} &= S_{3b} + X_{3b} \cdot \overline{S_{3b1}} \\
X_{3b1} &= S_{3b1} + X_{3b1} \cdot \overline{S_{3b2}} \\
X_{3b2} &= S_{3b2} + X_{3b2} \cdot \overline{S_{4b}} \\
X_{4b} &= S_{4b} + X_{4b} \cdot \overline{S_{5b}} \\
X_{5b} &= S_{5b} + X_{5b} \cdot \overline{S_{5b2}} \\
X_{5b2} &= S_{5b2} + X_{5b2} \cdot \overline{S_{5b3}} \\
X_{5b3} &= S_{5b3} + X_{5b3} \cdot \overline{S_0}
\end{aligned}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$\begin{aligned}
S_{10} &= \textit{Inicializacion} + X_{17} \\
S_{11} &= X_{10} \cdot \textit{MAN} \\
S_{12} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QSalir_horizontal} \\
S_{13} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QSalirZ} \\
S_{14} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QSujeta_pieza} \\
S_{15} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QRotar_horario} \\
S_{16} &= X_{11} \cdot \textit{HMI.QRotar_antihorario} \\
S_{17} &= (X_{12} \cdot \overline{\textit{HMI.QSalir_horizontal}}) + (X_{13} \cdot \overline{\textit{HMI.QSalirZ}}) + \\
&\quad + (X_{14} \cdot \overline{\textit{HMI.QSujeta_pieza}}) + (X_{15} \cdot \overline{\textit{HMI.QRotar_horario}}) + \\
&\quad + (X_{16} \cdot \overline{\textit{HMI.QRotar_antihorario}})
\end{aligned}$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{10} + X_{10} \cdot (\overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}} \cdot \overline{S_{14}} \cdot \overline{S_{15}} \cdot \overline{S_{16}})$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{17}}$$

$$X_{113} = S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{17}}$$

$$X_{14} = S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{17}}$$

$$X_{15} = S_{15} + X_{15} \cdot \overline{S_{17}}$$

$$X_{16} = S_{16} + X_{16} \cdot \overline{S_{17}}$$

$$X_{17} = S_{17} + X_{17} \cdot \overline{S_{10}}$$

■ Activación de salidas

$$Maquina_preparada = X_1$$

$$QSalir_horizontal = X_2 + X_{2.1} + X_{2.2} + X_3 + X_{3a} + X_{3b} + X_{12}$$

$$QSalirZ = X_{2.1} + X_{2.2} + X_3 + X_{5a} + X_{5b} + X_{13} +$$

$$+ X_{3b} + X_{3b1} + X_{3b2} + X_{4b} + X_{5b} + X_{14}$$

$$Pieza_recibida = X_{3a} + X_{3b}$$

$$QRotar_horaio = X_{3a2} + X_{5b2} + X_{15}$$

$$QRotar_antihoraio = X_{3b2} + X_{5a2} + X_{16}$$

$$Marcha_siguiente_maquina1 = X_{5a3}$$

$$Marcha_siguiente_maquina2 = X_{5b3}$$

B.2 Línea de bases/tapas

B.2.1 GRAFCET cinta 1

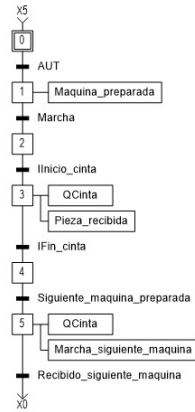


Figura B.5: GRAFCET automático de la cinta 1

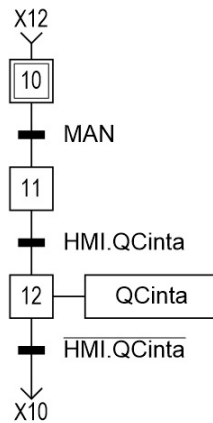


Figura B.6: GRAFCET manual de la cinta 1

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$S_0 = \text{Inicializacion} + X_5 \cdot \text{Recibido_siguiete_maquina}$$

$$S_1 = X_0 \cdot \text{AUT}$$

$$S_2 = X_1 \cdot \text{Manrcha}$$

$$S_3 = X_2 \cdot \text{IInicio_cinta}$$

$$S_4 = X_3 \cdot \text{IFin_cinta}$$

$$S_5 = X_4 \cdot \text{Siguiete_maquina_preparada}$$

– Activación de etapas

$$X_0 = S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1}$$

$$X_1 = S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2}$$

$$X_2 = S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3}$$

$$X_3 = S_3 + X_3 \cdot \overline{S_4}$$

$$X_4 = S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5}$$

$$X_5 = S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$S_{10} = Inicializacion + X_{12} \cdot \overline{HMI.Cinta}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot MAN$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot HMI.Cinta$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{10}}$$

■ Activación de salidas

$$Maquina_preparada = X_1$$

$$Pieza_recibida = X_3$$

$$QCinta = X_5 + X_{12}$$

$$Marcha_siguiente_maquina = X_5$$

B.2.2 GRAFCET Cinta mas empujador



Figura B.7: GRAFCET automático del conjunto cinta mas empujador

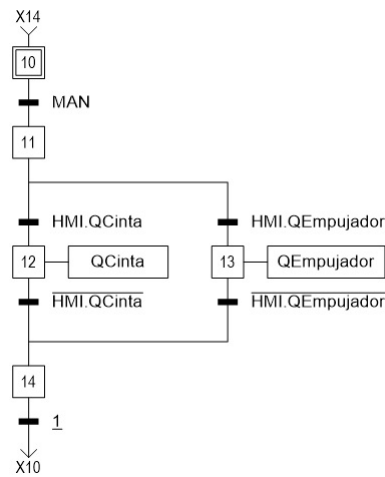


Figura B.8: GRAFCET manual del conjunto cinta mas empujador

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_5 \cdot Recibido_siguiente_maquina$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_3 = X_2 \cdot \downarrow IFin_cinta1$$

$$S_4 = X_3 \cdot IFin_cinta2$$

$$S_5 = X_4 \cdot Maquina_siguiente_preparada$$

– Activación de etapas

$$X_0 = S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1}$$

$$X_1 = S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2}$$

$$X_2 = S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3}$$

$$X_3 = S_3 + X_3 \cdot \overline{S_4}$$

$$X_4 = S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5}$$

$$X_5 = S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$S_{10} = \text{Inicializacion} + X_{14}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot \text{MAN}$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot \text{HMI.QCinta}$$

$$S_{13} = X_{11} \cdot \text{HMI.QEmpujador}$$

$$S_{14} = (X_{12} \cdot \overline{\text{HMI.QCinta}}) + (X_{13} \cdot \overline{\text{HMI.QEmpujador}})$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{13}}$$

$$X_{13} = S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{14}}$$

$$X_{14} = S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{10}}$$

■ Activación de salidas

$$\text{Maquina_preparada} = X_1$$

$$\text{QCinta} = X_2 + X_3 + X_{12}$$

$$\text{Pieza_recibida} = X_3$$

$$\text{QEmpujador} = X_5 + X_{13}$$

B.2.3 GRAFCET Cinta 3

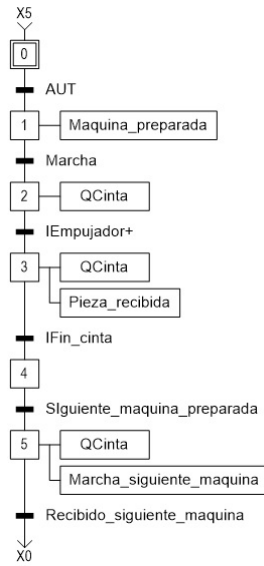


Figura B.9: GRAFCET automático de la cinta 3

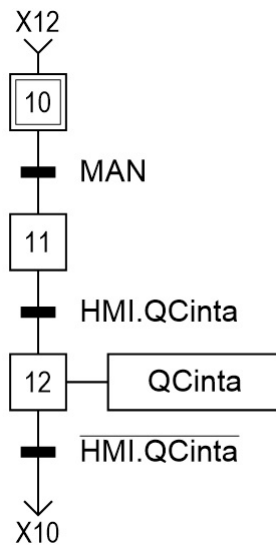


Figura B.10: GRAFCET manual de la cinta 3

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_5 \cdot Recibido_siguiente_maquina$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_3 = X_2 \cdot IEmpujador+$$

$$S_4 = X_3 \cdot IFin_cinta3$$

$$S_5 = X_4 \cdot Siguiete_maquina_maquina$$

– Activación de etapas

$$X_0 = S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1}$$

$$X_1 = S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2}$$

$$X_2 = S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3}$$

$$X_3 = S_3 + X_3 \cdot \overline{S_4}$$

$$X_4 = S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5}$$

$$X_5 = S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$S_{10} = Inicializacion + X_{12} \cdot \overline{HMI.QCinta}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot MAN$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot HMI.Qcinta$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{10}}$$

■ Activación de salidas

$$Maquina_preparada = X_1$$

$$QCinta = X_2 + X_3 + X_5 + X_{12}$$

$$Pieza_recibida = X_3$$

$$Marcha_siguiente_maquina = X_5$$

B.2.4 GRAFCET Desbastado

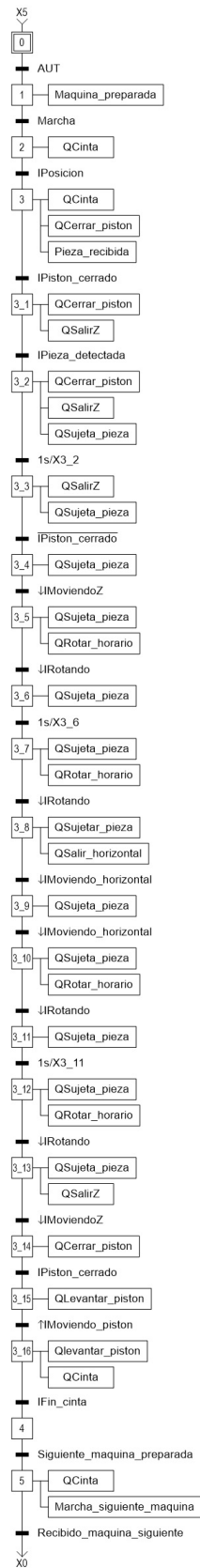


Figura B.11: GRAFCET automático del desbastado

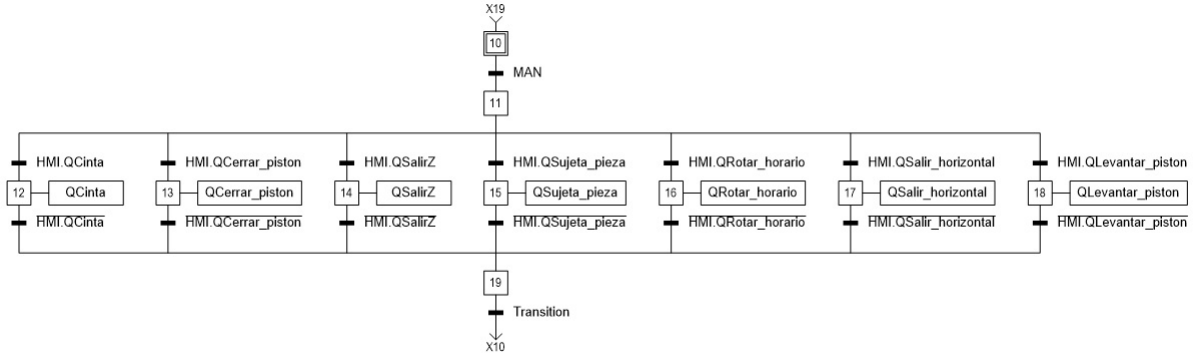


Figura B.12: GRAFCET manual del desbasta

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_5 \cdot Recibido_siguiente_maquina$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_3 = X_2 \cdot IPosicion$$

$$S_{3.1} = X_3 \cdot IPiston_cerrado$$

$$S_{3.2} = X_{3.1} \cdot IPieza_detectada$$

$$S_{3.3} = X_{3.2} \cdot 2s/X_{3.2}$$

$$S_{3.4} = X_{3.3} \cdot \overline{IPiston_cerrado}$$

$$S_{3.5} = X_{3.4} \cdot \downarrow ISaliendoZ$$

$$S_{3.6} = X_{3.5} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{3.7} = X_{3.6} \cdot 1s/X_{3.6}$$

$$S_{3.8} = X_{3.7} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{3.9} = X_{3.8} \cdot \downarrow ISaliendo_horizontal$$

$$S_{3.10} = X_{3.9} \cdot \downarrow ISaliendo_forizontal$$

$$S_{3.11} = X_{3.10} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{3.12} = X_{3.11} \cdot 1s/X_{3.11}$$

$$S_{3.13} = X_{3.12} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{3.14} = X_{3.13} \cdot \downarrow ISaliendoZ$$

$$S_{3.15} = X_{3.14} \cdot IPiston_cerrado$$

$$S_{3.16} = X_{3.15} \cdot \uparrow IPiston_moviendose$$

$$S_4 = X_{3.16} \cdot IFin_cinta3$$

$$S_5 = X_4 \cdot Siguiente_maquina_preparada$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}
X_0 &= S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1} \\
X_1 &= S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2} \\
X_2 &= S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3} \\
X_3 &= S_3 + X_3 \cdot \overline{S_{3.1}} \\
X_{3.1} &= S_{3.1} + X_{3.1} \cdot \overline{S_{3.2}} \\
X_{3.2} &= S_{3.2} + X_{3.2} \cdot \overline{S_{3.3}} \\
X_{3.3} &= S_{3.3} + X_{3.3} \cdot \overline{S_{3.4}} \\
X_{3.4} &= S_{3.4} + X_{3.4} \cdot \overline{S_{3.5}} \\
X_{3.5} &= S_{3.5} + X_{3.5} \cdot \overline{S_{3.6}} \\
X_{3.6} &= S_{3.6} + X_{3.6} \cdot \overline{S_{3.7}} \\
X_{3.7} &= S_{3.7} + X_{3.7} \cdot \overline{S_{3.8}} \\
X_{3.8} &= S_{3.8} + X_{3.8} \cdot \overline{S_{3.9}} \\
X_{3.9} &= S_{3.9} + X_{3.9} \cdot \overline{S_{3.10}} \\
X_{3.10} &= S_{3.10} + X_{3.10} \cdot \overline{S_{3.11}} \\
X_{3.11} &= S_{3.11} + X_{3.11} \cdot \overline{S_{3.12}} \\
X_{3.12} &= S_{3.12} + X_{3.12} \cdot \overline{S_{3.13}} \\
X_{3.13} &= S_{3.13} + X_{3.13} \cdot \overline{S_{3.14}} \\
X_{3.14} &= S_{3.14} + X_{3.14} \cdot \overline{S_{3.15}} \\
X_{3.15} &= S_{3.15} + X_{3.15} \cdot \overline{S_{3.16}} \\
X_{3.16} &= S_{3.16} + X_{3.16} \cdot \overline{S_4} \\
X_4 &= S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5} \\
X_5 &= S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}
\end{aligned}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$S_{10} = \text{Inicializacion} + X_{20}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot \text{MAN}$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot \text{HMI.QCinta}$$

$$S_{13} = X_{11} \cdot \text{HMI.QCerrar_piston}$$

$$S_{14} = X_{11} \cdot \text{HMI.QSalirZ}$$

$$S_{15} = X_{11} \cdot \text{HMI.QSujeta_pieza}$$

$$S_{16} = X_{11} \cdot \text{HMI.QRotar_horario}$$

$$S_{17} = X_{11} \cdot \text{HMI.QSalir_horizontal}$$

$$S_{18} = X_{11} \cdot \text{HMI.QLevantar_piston}$$

$$\begin{aligned} S_{19} = & (X_{12} \cdot \overline{\text{HMI.QCinta}}) + (X_{13} \cdot \overline{\text{HMI.QCerrar_piston}}) + \\ & + (X_{14} \cdot \overline{\text{HMI.QSalirZ}}) + (X_{15} \cdot \overline{\text{HMI.QSujeta_pieza}}) + \\ & + (X_{16} \cdot \overline{\text{HMI.QRotar_horario}}) + (X_{17} \cdot \overline{\text{HMI.QSalir_horizontal}}) + \\ & + (X_{18} \cdot \overline{\text{HMI.QLevantar_piston}}) \end{aligned}$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}} \cdot \overline{S_{14}} \cdot \overline{S_{15}} \cdot \overline{S_{16}} \cdot \overline{S_{17}} \cdot \overline{S_{18}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{20}}$$

$$X_{13} = S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{20}}$$

$$X_{14} = S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{20}}$$

$$X_{15} = S_{15} + X_{15} \cdot \overline{S_{20}}$$

$$X_{16} = S_{16} + X_{16} \cdot \overline{S_{20}}$$

$$X_{17} = S_{17} + X_{17} \cdot \overline{S_{20}}$$

$$X_{18} = S_{18} + X_{18} \cdot \overline{S_{20}}$$

$$X_{19} = S_{19} + X_{19} \cdot \overline{S_{10}}$$

■ Activación de salidas

$$\text{Maquina_preparada} = X_1$$

$$\text{QCinta} = X_2 + X_3 + X_{3.16} + X_5 + X_{12}$$

$$\text{QCerrar_piston} = X_3 + X_{3.1} + X_{3.2} + X_{3.14} + X_{13}$$

$$\text{QSalirZ} = X_{3.1} + X_{3.2} + X_{3.3} + X_{3.13} + X_{14}$$

$$\text{QSujeta_pieza} = X_{3.2} + X_{3.3} + X_{3.4} + X_{3.5} + X_{3.6} + X_{3.7} + X_{3.8} + X_{3.9} + X_{3.10} + X_{3.11} +$$

$$\text{QRotar_horario} = X_{3.5} + X_{3.7} + X_{3.10} + X_{3.12} + X_{16}$$

$$\text{QSalir_horizontal} = X_{3.8} + X_{17}$$

$$\text{QLevantar_piston} = X_{3.15} + X_{3.16} + X_{18}$$

$$\text{Marcha_siguiente_maquina} = X_5$$

$$\text{Pieza_recibida} = X_3$$

B.2.5 GRAFCET Mecanizado



Figura B.13: GRAFCET automático del centro de mecanizado

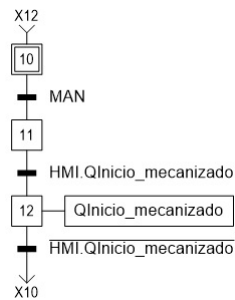


Figura B.14: GRAFCET manual del centro de mecanizado

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_5 \cdot Recibido_siguiente_maquina$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_3 = X_2 \cdot \downarrow IFin_cinta3$$

$$S_4 = X_3 \cdot \uparrow IInicio_cinta4$$

$$S_5 = X_4 \cdot Maquina_siguiente_preparada$$

– Activación de etapas

$$X_0 = S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1}$$

$$X_1 = S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2}$$

$$X_2 = S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3}$$

$$X_3 = S_3 + X_3 \cdot \overline{S_4}$$

$$X_4 = S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5}$$

$$X_5 = S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$S_{10} = Inicializacion + X_{12} \cdot \overline{HMI.QInicio_mecanizado}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot MAN$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot HMI.QInicio_mecanizado$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{10}}$$

■ Activación de salidas

$$Maquina_preparada = X_1$$

$$QInicio_mecanizado = X_3 + X_{12}$$

$$Marcha_maquina_siguiente = X_5$$

$$Pieza_recibida = X_3$$

B.2.6 GRAFCET Tratamiento térmico

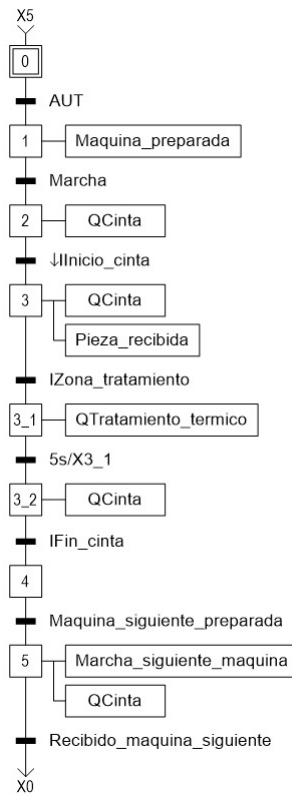


Figura B.15: GRAFCET automático del tratamiento térmico

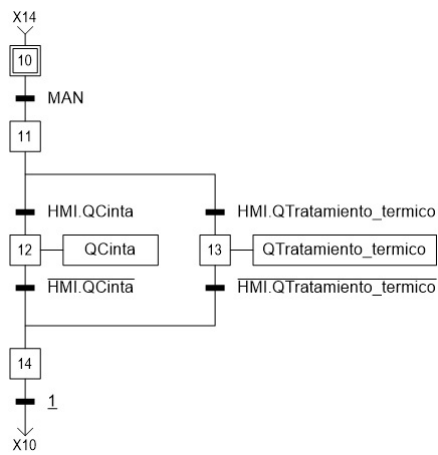


Figura B.16: GRAFCET manual del tratamiento térmico

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático

- Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_5 \cdot Recibido_siguiente_maquina$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_3 = X_2 \cdot \downarrow IInicio_cinta$$

$$S_{3.1} = X_3 \cdot IZona_tratamiento$$

$$S_{3.2} = X_{3.1} \cdot 10s/X_{3.1}$$

$$S_4 = X_{3.2} \cdot IFin_cinta$$

$$S_5 = X_4 \cdot Maquina_siguiente_preparada$$

- Activación de etapas

$$X_0 = S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1}$$

$$X_1 = S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2}$$

$$X_2 = S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3}$$

$$X_3 = S_3 + X_3 \cdot \overline{S_{3.1}}$$

$$X_{3.1} = S_{3.1} + X_{3.1} \cdot \overline{S_{3.2}}$$

$$X_{3.2} = S_{3.2} + X_{3.2} \cdot \overline{S_4}$$

$$X_4 = S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5}$$

$$X_5 = S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}$$

- Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

- Ecuaciones de transición

$$S_{10} = Inicializacion + X_{14}$$

$$S_{11} = X_0 \cdot AUT$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot HMI.QCinta$$

$$S_{13} = X_{11} \cdot HMI.QTratamiento_termico$$

$$S_{14} = (X_{12} \cdot \overline{HMI.QCinta}) + (X_{13} \cdot \overline{HMI.QTratamiento_termico})$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{14}}$$

$$X_{13} = S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{14}}$$

$$X_{14} = S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{10}}$$

■ Activación de salidas

$$Maquina_preparada = X_1$$

$$QCinta = X_2 + X_3 + X_{3.2} + X_5 + X_{12}$$

$$QTratamiento_termico = X_{3.1} + X_{13}$$

$$Marcha_siguiente_maquina = X_5$$

$$Pieza_recibida = X_3$$

B.2.7 GRAFCET Tratamiento químico

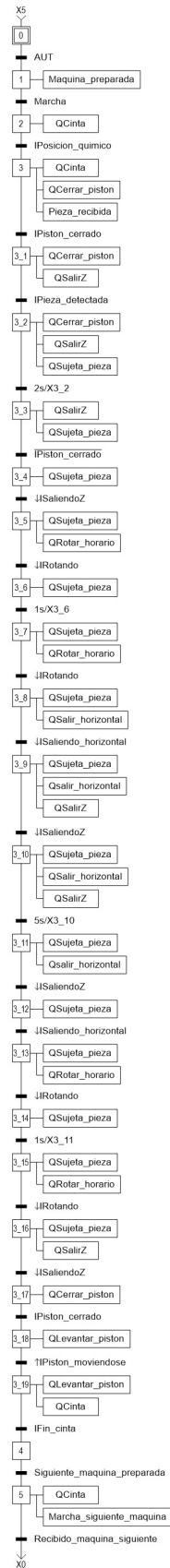


Figura B.17: GRAFCET automático del tratamiento químico

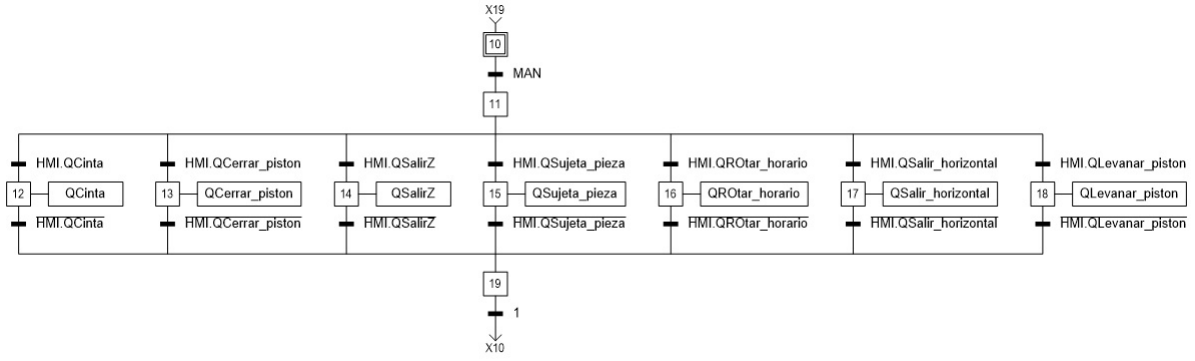


Figura B.18: GRAFCET manual del tratamiento químico

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$\begin{aligned}
 S_0 &= inicializacion + X_5 \cdot Recibido_maquina_siguiente \\
 S_1 &= X_0 \cdot AUT \\
 S_2 &= X_1 \cdot Marcha \\
 S_3 &= X_2 \cdot IPosicion \\
 S_{3.1} &= X_3 \cdot IPiston_cerrado \\
 S_{3.2} &= X_{3.1} \cdot IPieza_detectada \\
 S_{3.3} &= X_{3.2} \cdot 1s/X_{3.2} \\
 S_{3.4} &= X_{3.3} \cdot \overline{IPiston_cerrado} \\
 S_{3.5} &= X_{3.4} \cdot \downarrow ISaliendoZ \\
 S_{3.6} &= X_{3.5} \cdot \downarrow IRotando \\
 S_{3.7} &= X_{3.6} \cdot 1s/X_{3.6} \\
 S_{3.8} &= X_{3.7} \cdot \downarrow IRotando \\
 S_{3.9} &= X_{3.8} \cdot \downarrow ISaliendo_horizontal \\
 S_{3.10} &= X_{3.9} \cdot \downarrow ISaliendoZ \\
 S_{3.11} &= X_{3.10} \cdot 5s/X_{3.10} \\
 S_{3.12} &= X_{3.11} \cdot \downarrow ISaliendoZ \\
 S_{3.13} &= X_{3.12} \cdot \downarrow ISaliendo_horizontal \\
 S_{3.14} &= X_{3.13} \cdot \downarrow IRotando \\
 S_{3.15} &= X_{3.14} \cdot 1s/X_{3.11} \\
 S_{3.16} &= X_{3.15} \cdot \downarrow IRotando \\
 S_{3.17} &= X_{3.16} \cdot \downarrow ISaliendoZ \\
 S_{3.18} &= X_{3.17} \cdot IPiston_cerrado \\
 S_{3.19} &= X_{3.18} \cdot \uparrow IPiston_moviendose \\
 S_4 &= X_{3.19} \cdot IFin_cinta \\
 S_5 &= X_4 \cdot Siguiete_maquina_preparada
 \end{aligned}$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}
X_0 &= S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1} \\
X_1 &= S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2} \\
X_2 &= S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3} \\
X_3 &= S_3 + X_3 \cdot \overline{S_{3.1}} \\
X_{3.1} &= S_{3.1} + X_{3.1} \cdot \overline{S_{3.2}} \\
X_{3.2} &= S_{3.2} + X_{3.2} \cdot \overline{S_{3.3}} \\
X_{3.3} &= S_{3.3} + X_{3.3} \cdot \overline{S_{3.4}} \\
X_{3.4} &= S_{3.4} + X_{3.4} \cdot \overline{S_{3.5}} \\
X_{3.5} &= S_{3.5} + X_{3.5} \cdot \overline{S_{3.6}} \\
X_{3.6} &= S_{3.6} + X_{3.6} \cdot \overline{S_{3.7}} \\
X_{3.7} &= S_{3.7} + X_{3.7} \cdot \overline{S_{3.8}} \\
X_{3.8} &= S_{3.8} + X_{3.8} \cdot \overline{S_{3.9}} \\
X_{3.9} &= S_{3.9} + X_{3.9} \cdot \overline{S_{3.10}} \\
X_{3.10} &= S_{3.10} + X_{3.10} \cdot \overline{S_{3.11}} \\
X_{3.11} &= S_{3.11} + X_{3.11} \cdot \overline{S_{3.12}} \\
X_{3.12} &= S_{3.12} + X_{3.12} \cdot \overline{S_{3.13}} \\
X_{3.13} &= S_{3.13} + X_{3.13} \cdot \overline{S_{3.14}} \\
X_{3.14} &= S_{3.14} + X_{3.14} \cdot \overline{S_{3.15}} \\
X_{3.15} &= S_{3.15} + X_{3.15} \cdot \overline{S_{3.16}} \\
X_{3.16} &= S_{3.16} + X_{3.16} \cdot \overline{S_{3.17}} \\
X_{3.17} &= S_{3.17} + X_{3.17} \cdot \overline{S_{3.18}} \\
X_{3.18} &= S_{3.18} + X_{3.18} \cdot \overline{S_{3.19}} \\
X_{3.19} &= S_{3.19} + X_{3.19} \cdot \overline{S_4} \\
X_4 &= S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5} \\
X_5 &= S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}
\end{aligned}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$S_{10} = Inicializacion + X_{19}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot MAN$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot HMI.QCinta$$

$$S_{13} = X_{12} \cdot HMI.QCerrar_piston$$

$$S_{14} = X_{13} \cdot HMI.QSalirZ$$

$$S_{15} = X_{14} \cdot HMI.QSujeta_pieza$$

$$S_{16} = X_{15} \cdot HMI.QRotar_horario$$

$$S_{17} = X_{16} \cdot HMI.QSalir_horizontal$$

$$S_{18} = X_{17} \cdot HMI.QLevantar_piston$$

$$S_{19} = (X_{12} \cdot \overline{HMI.QCinta}) + (X_{13} \cdot \overline{HMI.QCerrar_piston}) + (X_{14} \cdot \overline{HMI.QSalirZ}) + \\ + (X_{15} \cdot \overline{HMI.QSujeta_pieza}) + (X_{16} \cdot \overline{HMI.QRotar_horario}) + \\ + (X_{17} \cdot \overline{HMI.QSalir_horizontal}) + (X_{18} \cdot \overline{HMI.QLevantar_piston})$$

– Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}} \cdot \overline{S_{14}} \cdot \overline{S_{15}} \cdot \overline{S_{16}} \cdot \overline{S_{17}} \cdot \overline{S_{18}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{19}}$$

$$X_{13} = S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{19}}$$

$$X_{14} = S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{19}}$$

$$X_{15} = S_{15} + X_{15} \cdot \overline{S_{19}}$$

$$X_{16} = S_{16} + X_{16} \cdot \overline{S_{19}}$$

$$X_{17} = S_{17} + X_{17} \cdot \overline{S_{19}}$$

$$X_{18} = S_{18} + X_{18} \cdot \overline{S_{19}}$$

$$X_{19} = S_{19} + X_{19} \cdot \overline{S_{10}}$$

- Activación de salidas

$$Maquina_preparada = X_1$$

$$QCinta = X_2 + X_3 + X_{3.19} + X_{12}$$

$$QCerrar_piston = X_3 + X_{3.1} + X_{3.2} + X_{3.17} + X_{13}$$

$$QSalirZ = X_{3.1} + X_{3.2} + X_{3.3} + X_{3.9} + X_{3.10} + X_{3.16} + X_{14}$$

$$QSujeta_pieza = X_{3.2} + X_{3.3} + X_{3.4} + X_{3.5} + X_{3.6} + X_{3.7} + X_{3.8} + X_{3.9} + \\ + X_{3.10} + X_{3.11} + X_{3.12} + X_{3.13} + X_{3.14} + X_{3.15} + X_{3.16} + X_{15}$$

$$QRotar_horario = X_{3.5} + X_{3.7} + X_{3.13} + X_{3.15} + X_{16}$$

$$QSalir_horizontal = X_{3.8} + X_{3.9} + X_{3.10} + X_{3.11} + X_{17}$$

$$QLevantar_piston = X_{3.18} + X_{3.19} + X_{18}$$

$$Marcha_siguiente_maquina = X_5$$

$$Pieza_recibida = X_3$$

B.2.8 GRAFCET Cinta 7

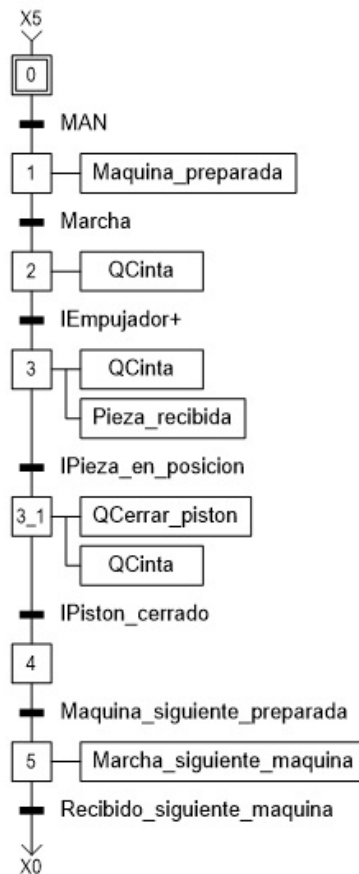


Figura B.19: GRAFCET automático de la cinta 7

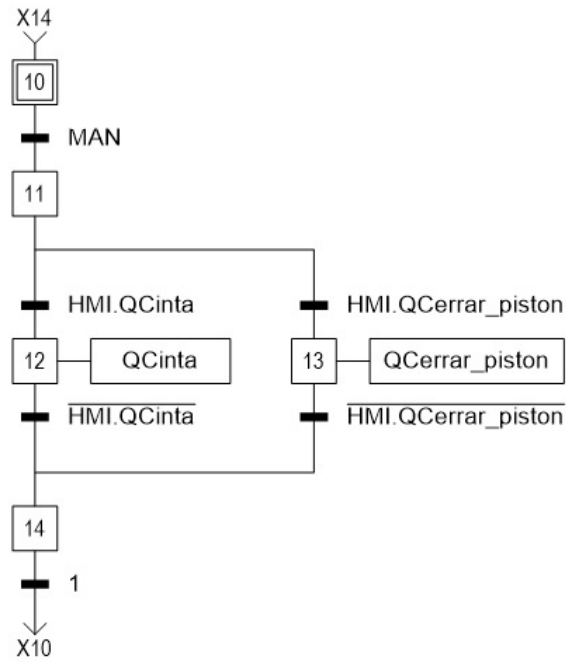


Figura B.20: GRAFCET manual de la cinta 7

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento automático

– Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_5 \cdot Recibido_siguiente_maquina$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha$$

$$S_3 = X_2 \cdot IEmpujador +$$

$$S_{3.1} = X_3 \cdot IPieza_en_posicion$$

$$S_4 = X_{3.1} \cdot IPiston_cerrado$$

$$S_5 = X_4 \cdot Maquina_siguiente_preparada$$

– Activación de etapas

$$X_0 = S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1}$$

$$X_1 = S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2}$$

$$X_2 = S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3}$$

$$X_3 = S_3 + X_3 \cdot \overline{S_{3.1}}$$

$$X_{3.1} = S_{3.1} + X_{3.1} \cdot \overline{S_4}$$

$$X_4 = S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5}$$

$$X_5 = S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}$$

- Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

- Ecuaciones de transición

$$S_{10} = \text{Inicializacion} + X_{14}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot \text{MAN}$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot \text{HMI.QCinta}$$

$$S_{13} = X_{11} \cdot \text{HMI.QCerrar_piston}$$

$$S_{14} = (X_{12} \cdot \overline{\text{HMI.QCinta}}) + (X_{13} \cdot \overline{\text{HMI.QCerrar_piston}})$$

- Activación de etapas

$$X_{10} = S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}}$$

$$X_{11} = S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}}$$

$$X_{12} = S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{14}}$$

$$X_{13} = S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{14}}$$

$$X_{14} = S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{10}}$$

- Activación de salidas

$$\text{Maquina_preparada} = X_1$$

$$\text{QCinta} = X_2 + X_3 + X_{3.1} + X_{12}$$

$$\text{QCerrar_piston} = X_{3.1} + X_{13}$$

B.3 Línea de salida

B.3.1 GRAFCET brazo salida

==

- Ecuaciones lógicas funcionamiento automático
 - Ecuaciones de transición

$$S_0 = Inicializacion + X_{5.5} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_1 = X_0 \cdot AUT$$

$$S_2 = X_1 \cdot Marcha1 \cdot Marcha2$$

$$S_{2.1} = X_2 \cdot \downarrow ISaliendo_horizontal$$

$$S_{2.2} = X_{2.1} \cdot IPieza_detectada$$

$$S_3 = X_{2.2} \cdot 1s/X_{2.2}$$

$$S_{3.1} = X_3 \cdot \downarrow ISaliendoZ$$

$$S_{3.2} = X_{3.1} \cdot \downarrow ISaliendo_horizontal$$

$$S_{3.3} = X_{3.2} \cdot \downarrow ISaliendoZ$$

$$S_{3.4} = X_{3.3} \cdot \downarrow ISaliendoZ$$

$$S_{3.5} = X_{3.4} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{3.6} = X_{3.5} \cdot 1s/X_{3.5}$$

$$S_4 = X_{3.6} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_5 = X_4 \cdot Siguiete_maquina_preparada$$

$$S_{5.1} = X_5 \cdot \downarrow ISaliendo_horizontal$$

$$S_{5.2} = X_{5.1} \cdot \downarrow ISaliendoZ$$

$$S_{5.3} = X_{5.2} \cdot \downarrow ISaliendoZ$$

$$S_{5.4} = X_{5.3} \cdot \downarrow IRotando$$

$$S_{5.5} = X_{5.4} \cdot 1s/X_{5.4}$$

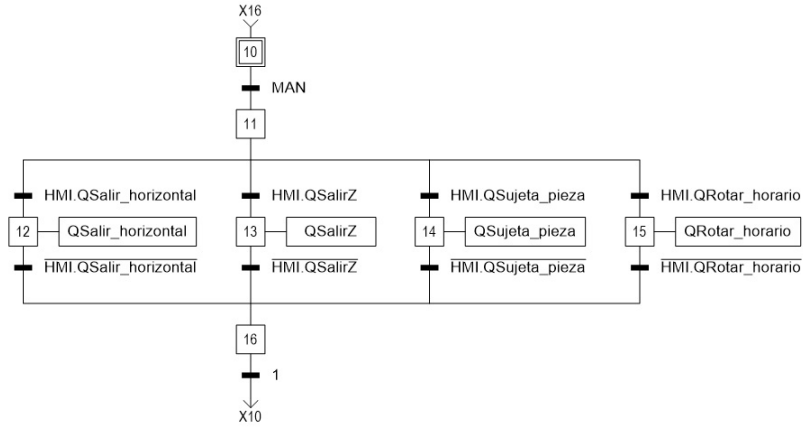


Figura B.22: GRAFCET manual del brazo de salida

$$\begin{aligned}
 X_0 &= S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1} \\
 X_1 &= S_1 + X_1 \cdot \overline{S_2} \\
 X_2 &= S_2 + X_2 \cdot \overline{S_{2.1}} \\
 X_{2.1} &= S_{2.1} + X_{2.1} \cdot \overline{S_{2.2}} \\
 X_{2.2} &= S_{2.2} + X_{2.2} \cdot \overline{S_3} \\
 X_3 &= S_3 + X_3 \cdot \overline{S_{3.1}} \\
 X_{3.1} &= S_{3.1} + X_{3.1} \cdot \overline{S_{3.2}} \\
 X_{3.2} &= S_{3.2} + X_{3.2} \cdot \overline{S_{3.3}} \\
 X_{3.3} &= S_{3.3} + X_{3.3} \cdot \overline{S_{3.4}} \\
 X_{3.4} &= S_{3.4} + X_{3.4} \cdot \overline{S_{3.5}} \\
 X_{3.5} &= S_{3.5} + X_{3.5} \cdot \overline{S_{3.6}} \\
 X_{3.6} &= S_{3.6} + X_{3.6} \cdot \overline{S_4} \\
 X_4 &= S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5} \\
 X_5 &= S_5 + X_5 \cdot \overline{S_{5.1}} \\
 X_{5.1} &= S_{5.1} + X_{5.1} \cdot \overline{S_{5.2}} \\
 X_{5.2} &= S_{5.2} + X_{5.2} \cdot \overline{S_{5.3}} \\
 X_{5.3} &= S_{5.3} + X_{5.3} \cdot \overline{S_{5.4}} \\
 X_{5.4} &= S_{5.4} + X_{5.4} \cdot \overline{S_{5.5}} \\
 X_{5.5} &= S_{5.5} + X_{5.5} \cdot \overline{S_0}
 \end{aligned}$$

- Ecuaciones lógicas funcionamiento manual
 - Ecuaciones de transición

$$S_{10} = \text{Inicializacion} + X_{16}$$

$$S_{11} = X_{10} \cdot \text{MAN}$$

$$S_{12} = X_{11} \cdot \text{HMI.QSalir_horizontal}$$

$$S_{13} = X_{11} \cdot \text{HMI.QSalirZ}$$

$$S_{14} = X_{11} \cdot \text{HMI.QSujeta_pieza}$$

$$S_{15} = X_{11} \cdot \text{HMI.QRotar_horario}$$

$$S_{16} = (X_{12} \cdot \overline{\text{HMI.QSalir_horizontal}}) + (X_{13} \cdot \overline{\text{HMI.QSalirZ}}) + \\ + (X_{14} \cdot \overline{\text{HMI.QSujeta_pieza}}) + (X_{15} \cdot \overline{\text{HMI.QRotar_horario}})$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}
 X_{10} &= S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}} \\
 X_{11} &= S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}} \cdot \overline{S_{14}} \cdot \overline{S_{15}} \\
 X_{12} &= S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{16}} \\
 X_{13} &= S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{16}} \\
 X_{14} &= S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{16}} \\
 X_{15} &= S_{15} + X_{15} \cdot \overline{S_{16}} \\
 X_{16} &= S_{16} + X_{16} \cdot \overline{S_{10}}
 \end{aligned}$$

■ Activación de salidas

$$\begin{aligned}
 Maquina_preparada &= X_1 \\
 QSalir_horizontal &= X_2 + X_{2.1} + X_{2.2} + X_3 + X_5 + X_{5.1} + X_{5.2} + X_{12} \\
 QSalirZ &= X_{2.1} + X_{2.2} + X_{3.2} + X_{5.1} + X_{13} \\
 QSujeta_pieza &= X_{2.2} + X_3 + X_{3.1} + X_{3.2} + X_{3.3} + X_{3.4} + X_{3.5} + X_{3.6} + X_4 + \\
 &\quad + X_5 + X_{5.1} + X_{14} \\
 QRotar_horario &= X_{3.4} + X_{3.6} + X_{5.3} + X_{5.5} + X_{15} \\
 Marcha_siguiente_maquina &= X_{5.3} \\
 Pieza_recibida &= X_{3.3} \\
 Contador + 1 &= X_{5.2}
 \end{aligned}$$

B.3.2 GRAFCET Cinta salida

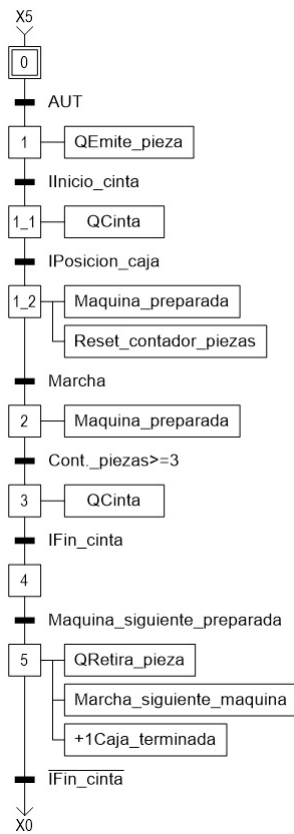


Figura B.23: GRAFCET automático de la cinta de salida

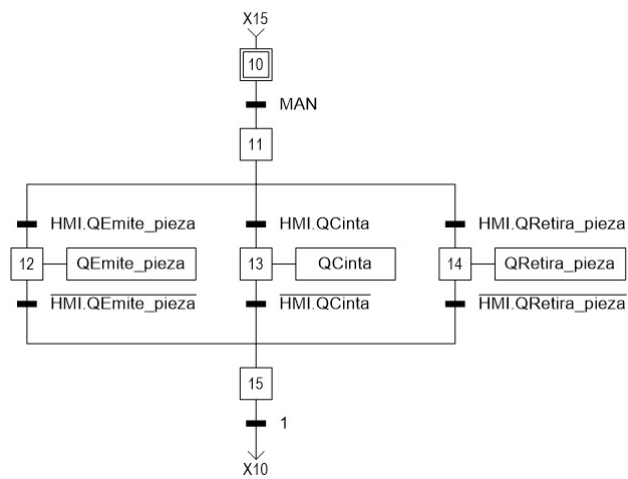


Figura B.24: GRAFCET manual de la cinta de salida

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento automático

– Ecuaciones de transición

$$\begin{aligned}
 S_0 &= Inicializacion + X_5 \cdot \overline{IFin_cinta} \\
 S_1 &= X_0 \cdot AUT \\
 S_{1.1} &= X_1 \cdot IInicio_cinta \\
 S_{1.2} &= X_{1.1} \cdot IPosicion_caja \\
 S_2 &= X_{1.2} \cdot Marcha \\
 S_3 &= X_2 \cdot Cont \geq 3 \\
 S_4 &= X_3 \cdot IFin_cinta \\
 S_5 &= X_4 \cdot Maquina_siguiente_preparada
 \end{aligned}$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}
 X_0 &= S_0 + X_0 \cdot \overline{S_1} \\
 X_1 &= S_1 + X_1 \cdot \overline{S_{1.1}} \\
 X_{1.1} &= S_{1.1} + X_{1.1} \cdot \overline{S_{1.2}} \\
 X_{1.2} &= S_{1.2} + X_{1.2} \cdot \overline{S_2} \\
 X_2 &= S_2 + X_2 \cdot \overline{S_3} \\
 X_3 &= S_3 + X_3 \cdot \overline{S_4} \\
 X_4 &= S_4 + X_4 \cdot \overline{S_5} \\
 X_5 &= S_5 + X_5 \cdot \overline{S_0}
 \end{aligned}$$

■ Ecuaciones lógicas funcionamiento manual

– Ecuaciones de transición

$$\begin{aligned}
 S_{10} &= Inicializacion + X_{15} \\
 S_{11} &= X_{10} \cdot MAN \\
 S_{12} &= X_{11} \cdot HMI.QEmite_caja \\
 S_{13} &= X_{11} \cdot HMI.QCinta \\
 S_{14} &= X_{11} \cdot HMI.QRetira_caja \\
 S_{15} &= (X_{12} \cdot \overline{HMI.QEmite_caja}) + (X_{13} \cdot \overline{HMI.QCinta}) + (X_{14} \cdot \overline{HMI.QRetira_caja})
 \end{aligned}$$

– Activación de etapas

$$\begin{aligned}X_{10} &= S_{10} + X_{10} \cdot \overline{S_{11}} \\X_{11} &= S_{11} + X_{11} \cdot \overline{S_{12}} \cdot \overline{S_{13}} \cdot \overline{S_{14}} \\X_{12} &= S_{12} + X_{12} \cdot \overline{S_{15}} \\X_{13} &= S_{13} + X_{13} \cdot \overline{S_{15}} \\X_{14} &= S_{14} + X_{14} \cdot \overline{S_{15}} \\X_{15} &= S_{15} + X_{15} \cdot \overline{S_{10}}\end{aligned}$$

- Activación de salidas

$$\begin{aligned}QEmite_pieza &= X_1 + X_{12} \\QCinta &= X_{1.1} + X_3 + X_{13} \\Maquina_preparada &= X_{1.2} \\QRetira_pieza &= X_5 + X_{14} \\Marcha_siguiente_maquina &= X_5 \\Reset_contador &= X_{1.2}\end{aligned}$$

C Tablas de resultados

Tabla C.1: Potencia instalada y potencia de cálculo

Potencia Instalada y de cálculo en la instalación					
ID.	CONCEPTO	Pot. Inst. (W)	Pot. Cálculo (W) Sin Cs	Coef. Simul.	Pot. Cálculo TOTAL (W)
ACOMETIDA	Acometida (CT-Cont)	191400	211800	0.8	169440
CGBT	Cuadro general de alimentación principal	191400	211800	0.8	169440
L1	A Cuadro secundario 1	18500	21900	1	21900
L2	A Cuadro secundario 2	16300	19150	1	19150
L3	A Cuadro secundario 3	20800	24750	1	24750
L4	A Cuadro secundario 4	16300	19150	1	19150
L5	A Cuadro secundario 5	20800	24750	1	24750
L6	A Cuadro secundario 6	18700	22100	1	22100
L7	Horno tratamiento térmico bases	40000	40000	1	40000
L8	Horno tratamiento térmico tapas	40000	40000	1	40000
L9	Centro mecanizado bases	15300	15300	1	15300
L10	Centro mecanizado Tapas	15300	15300	1	15300
CS1	Cuadro Secundario 1	18500	21900	1	21900
L11	PSU mas PLC	400	400	1	400
L12	Emisor piezas	100	100	1	100
L13	Cerrar pistón entrada	100	100	1	100
L14	Levantar pistón entrada	100	100	1	100
L15	Salir Z entrada	100	100	1	100
L16	Sujetar pieza entrada	100	100	1	100
L17	Cinta entrada	1100	1375	1	1375
L18	Salir horizontal entrada	1500	1875	1	1875
L19	Rotar horario entrada	5500	6875	1	6875
L20	Rotar antihorario entrada	5500	6875	1	6875
L21	Toma CTAC	2000	2000	0.5	1000
L22	SCHUKO	1000	1000	0.5	500
L23	SCHUCO	1000	1000	0.5	500
CS2	Cuadro Secundario 2	16300	19150	1	19150
L24	PSU	400	400	1	400
L25	Empujador 1 bases	100	100	1	100
L26	Salir Z desbastado bases	100	100	1	100
L27	Cerrar pistón desbastado bases	100	100	1	100
L28	Levantar pistón desbastado bases	100	100	1	100
L29	Sujeta pieza desbastado bases	100	100	1	100
L30	Cinta 1 bases	1100	1375	1	1375
L31	Cinta 2 bases	1100	1375	1	1375
L32	Cinta 3 bases	1100	1375	1	1375
L33	Salir horizontal desbastado bases	1500	1875	1	1875
L34	Rotar horario desbastado bases	5500	6875	1	6875
L35	Cinta 4 bases	1100	1375	1	1375
L36	Toma CTAC	2000	2000	0.5	1000
L37	SCHUKO	1000	1000	0.5	500
L38	SCHUKO	1000	1000	0.5	500

Tabla C.2: Potencia instalada y potencia de cálculo

Potencia Instalada y de cálculo en la instalación					
ID.	CONCEPTO	Pot. Inst. (W)	Pot. Cálculo (W) Sin Cs	Coef. Simul.	Pot. Cálculo TOTAL (W)
CS3	Cuadro Secundario 3	20800	24750	1	24750
L39	PSU	400	400	1	400
L40	Inicio mecanizado bases	100	100	1	100
L41	Salir Z químico bases	100	100	1	100
L42	Sujeta pieza químico bases	100	100	1	100
L43	Cerrar pistón químico bases	100	100	1	100
L44	Levantar pistón químico bases	100	100	1	100
L45	Empujador 2 bases	100	100	1	100
L46	Cinta 5 bases	1100	1375	1	1375
L47	Salir horizontal químico bases	1500	1875	1	1875
L48	Rotar horario químico bases	5500	6875	1	6875
L49	Rotar antihorario químico bases	5500	6875	1	6875
L50	Cinta 6 bases	1100	1375	1	1375
L51	Cinta 7 bases	1100	1375	1	1375
L52	Toma CTAC	2000	2000	0.5	1000
L53	SCHUKO	1000	1000	0.5	500
L54	SCHUKO	1000	1000	0.5	500
CS4	Cuadro Secundario 4	16300	19150	1	19150
L55	PSU	400	400	1	400
L56	Empujador 1 tapas	100	100	1	100
L57	Salir Z desbastado tapas	100	100	1	100
L58	Cerrar pistón desbastado tapas	100	100	1	100
L59	Levantar pistón desbastado tapas	100	100	1	100
L60	Sujeta pieza desbastado tapas	100	100	1	100
L61	Cinta 1 tapas	1100	1375	1	1375
L62	Cinta 2 tapas	1100	1375	1	1375
L63	Cinta 3 tapas	1100	1375	1	1375
L64	Salir horizontal desbastado tapas	1500	1875	1	1875
L65	Rotar horario desbastado tapas	5500	6875	1	6875
L66	Cinta 4 tapas	1100	1375	1	1375
L67	Toma CTAC	2000	2000	0.5	1000
L68	SCHUKO	1000	1000	0.5	500
L69	SCHUKO	1000	1000	0.5	500

Tabla C.3: Resultados según el criterio de capacidad térmica

Capacidad térmica									
ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos j	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)	SECCIÓN(m ²)
ACOMETIDA	Acometida (CT-Cont)	169440	0.8	400	343	1	343	305.706968	150
CGBT	Cuadro general de alimentación principal	169440	0.8	400	343	1	343	305.706968	150
L1	A Cuadro secundario 1	21900	0.8	400	46	1	46	39.512409	6
L2	A Cuadro secundario 2	19150	0.8	400	46	1	46	34.5508052	6
L3	A Cuadro secundario 3	24750	0.8	400	65	1	65	44.6544349	10
L4	A Cuadro secundario 4	19150	0.8	400	46	1	46	34.5508052	6
L5	A Cuadro secundario 5	24750	0.8	400	65	1	65	44.6544349	10
L6	A Cuadro secundario 6	22100	0.8	400	46	1	46	39.873253	6
L7	Horno tratamiento térmico bases	40000	1	400	65	1	65	57.7350269	10
L8	Horno tratamiento térmico tapas	40000	1	400	65	1	65	57.7350269	10
L9	Centro mecanizado bases	15300	0.9	400	36	1	36	24.5373864	4
L10	Centro mecanizado Tapas	15300	0.9	400	36	1	36	24.5373864	4
CS1	Cuadro Secundario 1	21900							
L11	PSU mas PLC	400	1	230	24	1	24	1.73913043	1.5
L12	Emisor piezas	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L13	Cerrar pistón entrada	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L14	Levantar pistón entrada	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L15	Salir Z entrada	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L16	Sujetar pieza entrada	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L17	Cinta entrada	1375	1	230	33	1	33	5.97826087	2.5
L18	Salir horizontal entrada	1875	0.8	230	33	1	33	10.1902174	2.5
L19	Rotar horario entrada	6875	0.8	400	26.5	1	26.5	12.4040097	2.5
L20	Rotar antihorario entrada	6875	0.8	400	26.5	1	26.5	12.4040097	2.5
L21	Toma CTAC	1000	1	400	26.5	1	26.5	1.44337567	2.5
L22	SCHUKO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5
L23	SCHUCO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5
CS2	Cuadro Secundario 2	19150							
L24	PSU	400	1	230	24	1	24	1.73913043	1.5
L25	Empujador 1 bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L26	Salir Z desbastado bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L27	Cerrar pistón desbastado bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L28	Levantar pistón desbastado bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L29	Sujeta pieza desbastado bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L30	Cinta 1 bases	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L31	Cinta 2 bases	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L32	Cinta 3 bases	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L33	Salir horizontal desbastado bases	1875	0.8	230	33	1	33	10.1902174	2.5
L34	Rotar horario desbastado bases	6875	0.8	400	26.5	1	26.5	12.4040097	2.5
L35	Cinta 4 bases	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L36	Toma CTAC	1000	1	400	26.5	1	26.5	1.44337567	2.5
L37	SCHUKO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5
L38	SCHUKO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5

Tabla C.4: Resultados según el criterio de capacidad térmica

Capacidad térmica									
ID.	CONCEPTO	Pot. Cál. (W)	cos j	Tensión (V)	Iz (Tabla UNE) (A)	Fac. Corr	Iz (A)	Ib (A)	SECCIÓN(m m2)
CS3	Cuadro Secundario 3	24750							
L39	PSU	400	1	230	24	1	24	1.73913043	1.5
L40	Inicio mecanizado bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L41	Salir Z químico bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L42	Sujeta pieza químico bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L43	Cerrar pistón químico bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L44	Levantar pistón químico bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L45	Empujador 2 bases	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L46	Cinta 5 bases	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L47	Salir horizontal químico bases	1875	0.8	230	33	1	33	10.1902174	2.5
L48	Rotar horario químico bases	6875	0.8	400	26.5	1	26.5	12.4040097	2.5
L49	Rotar antihorario químico bases	6875	0.8	400	26.5	1	26.5	12.4040097	2.5
L50	Cinta 6 bases	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L51	Cinta 7 bases	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L52	Toma CTAC	1000	1	400	26.5	1	26.5	1.44337567	2.5
L53	SCHUKO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5
L54	SCHUKO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5
CS4	Cuadro Secundario 4	19150							
L55	PSU	400	1	230	24	1	24	1.73913043	1.5
L56	Empujador 1 tapas	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L57	Salir Z desbastado tapas	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L58	Cerrar pistón desbastado tapas	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L59	Levantar pistón desbastado tapas	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L60	Sujeta pieza desbastado tapas	100	1	230	24	1	24	0.43478261	1.5
L61	Cinta 1 tapas	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L62	Cinta 2 tapas	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L63	Cinta 3 tapas	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L64	Salir horizontal desbastado tapas	1875	0.8	230	33	1	33	10.1902174	2.5
L65	Rotar horario desbastado tapas	6875	0.8	400	26.5	1	26.5	12.4040097	2.5
L66	Cinta 4 tapas	1375	0.8	400	26.5	1	26.5	2.48080194	2.5
L67	Toma CTAC	1000	1	400	26.5	1	26.5	1.44337567	2.5
L68	SCHUKO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5
L69	SCHUKO	500	1	230	33	1	33	2.17391304	2.5

Tabla C.5: Resultados según el criterio de la caída de tensión

Cálculo de secciones por Caída de tensión																
ID.	Sección (mm2)	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante a	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
ACOMETIDA	150	169440	17	400	Cu	XLPE	25	343	305.706968	0.00392	56	90	76.6340024	45.8263156	0.26190192	0.26190192
CGBT	150	169440	21	400	Cu	XLPE	40	343	305.706968	0.00392	56	90	79.7184634	45.3773312	0.32672702	0.58862894
L1	6	21900	0	400	Cu	XLPE	40	46	39.512409	0.00392	56	90	76.8910791	45.7885555	0	0.26190192
L2	6	19150	0	400	Cu	XLPE	40	46	34.5508052	0.00392	56	90	68.2078955	47.0993943	0	0.26190192
L3	10	24750	0	400	Cu	XLPE	40	65	44.6544349	0.00392	56	90	63.5978527	47.8263119	0	0.26190192
L4	6	19150	0	400	Cu	XLPE	40	46	34.5508052	0.00392	56	90	68.2078955	47.0993943	0	0.26190192
L5	10	24750	0	400	Cu	XLPE	40	65	44.6544349	0.00392	56	90	63.5978527	47.8263119	0	0.26190192
L6	6	22100	0	400	Cu	XLPE	40	46	39.873253	0.00392	56	90	77.5679656	45.6894297	0	0.26190192
L7	10	40000	37	400	Cu	XLPE	40	65	57.7350269	0.00392	56	90	79.4477318	45.4163873	2.03670978	2.2986117
L8	10	40000	40	400	Cu	XLPE	40	65	57.7350269	0.00392	56	90	79.4477318	45.4163873	2.2018491	2.46375033
L9	4	19300	28.5	400	Cu	XLPE	40	36	24.5373864	0.00392	56	90	63.2285237	47.8855202	1.42282703	1.68472895
L10	4	19300	33	400	Cu	XLPE	40	36	24.5373864	0.00392	56	90	63.2285237	47.8855202	1.64748393	1.90938585
CS1																
L11	1.5	400	0	230	Cu	XLPE	40	24	1.73913043	0.00392	56	90	40.2625499	51.8792712	0	0.26190192
L12	1.5	100	1	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00485401	0.26675593
L13	1.5	100	4.5	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.02184305	0.28374497
L14	1.5	100	4.5	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.02184305	0.28374497
L15	1.5	100	5.5	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.02669706	0.28859898
L16	1.5	100	5.5	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.02669706	0.28859898
L17	2.5	1375	1	230	Cu	XLPE	40	33	5.97826087	0.00392	56	90	41.6409368	51.6208737	0.04028206	0.30218398
L18	2.5	1875	5.5	230	Cu	XLPE	40	33	10.1902174	0.00392	56	90	44.7677011	51.0441543	0.30552888	0.5674308
L19	2.5	6875	5.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	12.4040097	0.00392	56	90	50.9547495	49.9401335	0.18928914	0.45119106
L20	2.5	6875	5.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	12.4040097	0.00392	56	90	50.9547495	49.9401335	0.18928914	0.45119106
L21	2.5	1000	0	400	Cu	XLPE	40	26.5	1.44337567	0.00392	56	90	40.1483327	51.9007989	0	0.26190192
L22	2.5	500	0	230	Cu	XLPE	40	33	2.17391304	0.00392	56	90	40.2169834	51.8878575	0	0.26190192
L23	2.5	500	0	230	Cu	XLPE	40	33	2.17391304	0.00392	56	90	40.2169834	51.8878575	0	0.26190192
CS2																
L24	1.5	400	0	230	Cu	XLPE	40	24	1.73913043	0.00392	56	90	40.2625499	51.8792712	0	0.26190192
L25	1.5	100	6	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.02912407	0.29102599
L26	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L27	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L28	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L29	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L30	2.5	1375	7.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.48080194	0.00392	56	90	40.43819	51.8462013	0.0497264	0.31162832
L31	2.5	1375	5	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.48080194	0.00392	56	90	40.43819	51.8462013	0.03315093	0.29505285
L32	2.5	1375	4.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.48080194	0.00392	56	90	40.43819	51.8462013	0.02983584	0.29137776
L33	2.5	1875	2	230	Cu	XLPE	40	33	10.1902174	0.00392	56	90	44.7677011	51.0441543	0.11110141	0.3700333
L34	2.5	6875	2	400	Cu	XLPE	40	26.5	12.4040097	0.00392	56	90	50.9547495	49.9401335	0.06883242	0.33073433
L35	2.5	1375	2.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.48080194	0.00392	56	90	40.43819	51.8462013	0.01657547	0.27847739
L36	2.5	1000	0	400	Cu	XLPE	40	26.5	1.44337567	0.00392	56	90	40.1483327	51.9007989	0	0.26190192
L37	2.5	500	0	230	Cu	XLPE	40	33	2.17391304	0.00392	56	90	40.2169834	51.8878575	0	0.26190192
L38	2.5	500	0	230	Cu	XLPE	40	33	2.17391304	0.00392	56	90	40.2169834	51.8878575	0	0.26190192

Tabla C.6: Resultados según el criterio de la caída de tensión

Cálculo de secciones por Caída de tensión																
ID.	Sección (mm2)	Pot. Cál. (W)	Longitud (m)	Tensión (V)	Material Cond.	Tipo Aislam.	Temp. Amb. °C	Iz (A)	Ib (A)	Constante a	Conduct. 20°C	Temp. Max	Temp. Real °C	Conduc. Tem. Real	%V parcial	%V acumulada
CS3																
L39	1.5	400	0	230	Cu	XLPE	40	24	1.73913043	0.00392	56	90	40.2625499	51.8792712	0	0.26190192
L40	1.5	100	11	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.03339413	0.31529605
L41	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L42	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L43	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L44	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L45	1.5	100	5.5	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.02669706	0.28859898
L46	2.5	1375	5.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.48080194	0.00392	56	90	40.43819	51.8462013	0.03646603	0.29836795
L47	2.5	1875	2	230	Cu	XLPE	40	33	10.1902174	0.00392	56	90	44.7677011	51.0441543	0.11110141	0.3700333
L48	2.5	6875	2	400	Cu	XLPE	40	26.5	12.4040097	0.00392	56	90	50.9547495	49.9401335	0.06883242	0.33073433
L49	2.5	6875	2	400	Cu	XLPE	40	26.5	12.4040097	0.00392	56	90	50.9547495	49.9401335	0.06883242	0.33073433
L50	2.5	1375	2	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.48080194	0.00392	56	90	40.43819	51.8462013	0.01326037	0.27516229
L51	2.5	1375	3.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.48080194	0.00392	56	90	40.43819	51.8462013	0.02320565	0.28510757
L52	2.5	1000	0	400	Cu	XLPE	40	26.5	1.44337567	0.00392	56	90	40.1483327	51.9007989	0	0.26190192
L53	2.5	500	0	230	Cu	XLPE	40	33	2.17391304	0.00392	56	90	40.2169834	51.8878575	0	0.26190192
L54	2.5	500	0	230	Cu	XLPE	40	33	2.17391304	0.00392	56	90	40.2169834	51.8878575	0	0.26190192
CS4																
L55	1.5	400	0	230	Cu	XLPE	40	24	1.73913043	0.00392	56	90	40.2625499	51.8792712	0	0.26190192
L56	1.5	100	6	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.02912407	0.29102599
L57	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L58	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L59	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L60	1.5	100	2	230	Cu	XLPE	40	24	0.43478261	0.00392	56	90	40.0164094	51.9256861	0.00970802	0.27160994
L61	2.5	1375	7.5	400	Cu	XLPE	40	26.5	2.4							

Tabla C.7: Resultados de la impedancia en la acometida

Cálculo de Impedancias del TRANSFORMADOR Y RED DE DISTRIBUCION													
Acometida													
Rcc "TRAFO" (mOhm):	2.62												
Xcc "TRAFO" (mOhm):	9.82												
Rcc y Xcc para Icc Máxima (20%)								Neutro					
Denominación	L	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc
	(m)	(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)
Acometida	80	0.08	0.02	6.4	1.6	9.02	11.42	0.08	0.02	6.4	1.6	6.4	1.6
Rcc y Xcc para Icc Mínima (70% - 90%)								Neutro					
Denominación	L	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc
	(m)	(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)
Acometida	80	0.1	0.02	8	1.6	10.62	11.42	0.1	0.02	8	1.6	8	1.6

Tabla C.8: Resultados de la intensidad de cortocircuito en la derivación individual

Derivación Individual															
Fase															
Rcc (Anterior):	9.02														
Xcc (Anterior):	11.42														
Neutro															
Rcc (Anterior):	1.6														
Xcc (Anterior):	1.6														
Icc Máxima (20%)															Icc
Denominación	L	Tipo	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc	IccMáx
	(m)		(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(A)
Derivación Individual	21	4	0.08	0.02	1.68	0.42	10.7	11.84	0.08	0.02	1.68	0.42	3.28	2.02	15869.3878
Fase															
Rcc (Anterior):	10.62														
Xcc (Anterior):	11.42														
Neutro															
Rcc (Anterior):	8														
Xcc (Anterior):	1.6														
Icc Mínima (70% - 90%)															Icc
Denominación	L	Tipo	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc	Ru	Xu	R	X	Rcc	Xcc	IccMín
	(m)		(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm/m)	(mOhm/m)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(mOhm)	(A)
Derivación Individual	21	4	0.1	0.02	2.1	0.42	12.72	11.84	0.1	0.02	2.1	0.42	10.1	2.02	8614.46181

Tabla C.9: Resultados de la intensidad de cortocircuito máxima en los cuadros secundarios

Cuadro General de Distribución y cuadros secundarios															
Fase															
Rcc (Anterior):	10.7														
Xcc (Anterior):	11.84														
Neutro															
Rcc (Anterior):	3.28														
Xcc (Anterior):	2.02														
Icc Máxima (20º)			Fase					Neutro					Icc		
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Icc Máx (A)
CGBT	21	4	0.12	0.02	2.52	0.42	13.22	12.26	0.12	0.02	2.52	0.42	5.8	2.44	14471.2383
L1	17	4	4.63	0	78.71	0	89.41	11.84	4.63	0	78.71	0	81.99	2.02	14471.2383
L2	28	4	4.63	0	129.64	0	140.34	11.84	4.63	0	129.64	0	132.92	2.02	14471.2383
L3	39.5	4	3.09	0	122.055	0	132.755	11.84	3.09	0	122.055	0	125.335	2.02	14471.2383
L4	30	4	4.63	0	138.9	0	149.6	11.84	4.63	0	138.9	0	142.18	2.02	14471.2383
L5	42	4	3.09	0	129.78	0	140.48	11.84	3.09	0	129.78	0	133.06	2.02	14471.2383
L6	46	4	4.63	0	212.98	0	223.68	11.84	4.63	0	212.98	0	216.26	2.02	14471.2383
L7	37	4	1.85	0	68.45	0	79.15	11.84	1.85	0	68.45	0	71.73	2.02	14471.2383
L8	40	4	1.85	0	74	0	84.7	11.84	1.85	0	74	0	77.28	2.02	14471.2383
L9	28.5	4	3.09	0	88.065	0	98.765	11.84	3.09	0	88.065	0	91.345	2.02	14471.2383
L10	33	4	3.09	0	101.97	0	112.67	11.84	3.09	0	101.97	0	105.25	2.02	14471.2383
CS1															
L11	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L12	1	2	12.34	0	12.34	0	23.04	11.84	12.34	0	12.34	0	15.62	2.02	11683.4087
L13	4.5	2	12.34	0	55.53	0	66.23	11.84	12.34	0	55.53	0	58.81	2.02	11683.4087
L14	4.5	2	12.34	0	55.53	0	66.23	11.84	12.34	0	55.53	0	58.81	2.02	11683.4087
L15	5.5	2	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	11683.4087
L16	5.5	2	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	11683.4087
L17	1	3	12.34	0	12.34	0	23.04	11.84	12.34	0	12.34	0	15.62	2.02	14471.2383
L18	5.5	2	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	11683.4087
L19	5.5	3	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	14471.2383
L20	5.5	3	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	14471.2383
L21	0	4	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	14471.2383
L22	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L23	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
CS2															
L24	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L25	6	2	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	11683.4087
L26	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L27	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L28	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L29	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L30	7.5	3	12.34	0	92.55	0	103.25	11.84	12.34	0	92.55	0	95.83	2.02	14471.2383
L31	5	3	12.34	0	61.7	0	72.4	11.84	12.34	0	61.7	0	64.98	2.02	14471.2383
L32	4.5	3	12.34	0	55.53	0	66.23	11.84	12.34	0	55.53	0	58.81	2.02	14471.2383
L33	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L34	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L35	2.5	3	12.34	0	30.85	0	41.55	11.84	12.34	0	30.85	0	34.13	2.02	14471.2383
L36	0	4	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	14471.2383
L37	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L38	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
CS3															
L39	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L40	11	2	12.34	0	135.74	0	146.44	11.84	12.34	0	135.74	0	139.02	2.02	11683.4087
L41	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L42	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L43	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L44	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L45	5.5	2	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	11683.4087
L46	5.5	3	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	14471.2383
L47	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L48	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L49	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L50	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L51	3.5	3	12.34	0	43.19	0	53.89	11.84	12.34	0	43.19	0	46.47	2.02	14471.2383
L52	0	4	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	14471.2383
L53	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L54	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
CS4															
L55	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L56	6	2	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	11683.4087
L57	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L58	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L59	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L60	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L61	7.5	3	12.34	0	92.55	0	103.25	11.84	12.34	0	92.55	0	95.83	2.02	14471.2383
L62	5	3	12.34	0	61.7	0	72.4	11.84	12.34	0	61.7	0	64.98	2.02	14471.2383
L63	4.5	3	12.34	0	55.53	0	66.23	11.84	12.34	0	55.53	0	58.81	2.02	14471.2383
L64	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L65	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L66	2.5	3	12.34	0	30.85	0	41.55	11.84	12.34	0	30.85	0	34.13	2.02	14471.2383
L67	0	4	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	14471.2383
L68	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L69	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087

Tabla C.10: Resultados de la intensidad de cortocircuito máxima en los cuadros secundarios

Icc Máxima [20 ^o]			Fase							Neutro					Icc
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	IccMáx (A)
CS5															
L70	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L71	11	2	12.34	0	135.74	0	146.44	11.84	12.34	0	135.74	0	139.02	2.02	11683.4087
L72	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L73	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L74	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L75	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L76	5.5	3	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	14471.2383
L77	5.5	3	12.34	0	67.87	0	78.57	11.84	12.34	0	67.87	0	71.15	2.02	14471.2383
L78	2	2	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	11683.4087
L79	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L80	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L81	2	3	12.34	0	24.68	0	35.38	11.84	12.34	0	24.68	0	27.96	2.02	14471.2383
L82	3.5	3	12.34	0	43.19	0	53.89	11.84	12.34	0	43.19	0	46.47	2.02	14471.2383
L83	0	4	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	14471.2383
L84	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L85	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
CS6															
L86	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L87	6	2	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	11683.4087
L88	6	2	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	11683.4087
L89	6.5	2	12.34	0	80.21	0	90.91	11.84	12.34	0	80.21	0	83.49	2.02	11683.4087
L90	7	2	12.34	0	86.38	0	97.08	11.84	12.34	0	86.38	0	89.66	2.02	11683.4087
L91	6.5	2	12.34	0	80.21	0	90.91	11.84	12.34	0	80.21	0	83.49	2.02	11683.4087
L92	6	2	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	11683.4087
L93	1	2	12.34	0	12.34	0	23.04	11.84	12.34	0	12.34	0	15.62	2.02	11683.4087
L94	6	2	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	11683.4087
L95	6	3	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	14471.2383
L96	6	3	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	14471.2383
L97	6	3	12.34	0	74.04	0	84.74	11.84	12.34	0	74.04	0	77.32	2.02	14471.2383
L98	0	4	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	14471.2383
L99	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087
L100	0	2	12.34	0	0	0	10.7	11.84	12.34	0	0	0	3.28	2.02	11683.4087

Tabla C.11: Resultados de la intensidad de cortocircuito mínima en los cuadros secundarios

Fase	
Rcc (Anterior):	12.72
Xcc (Anterior):	11.84

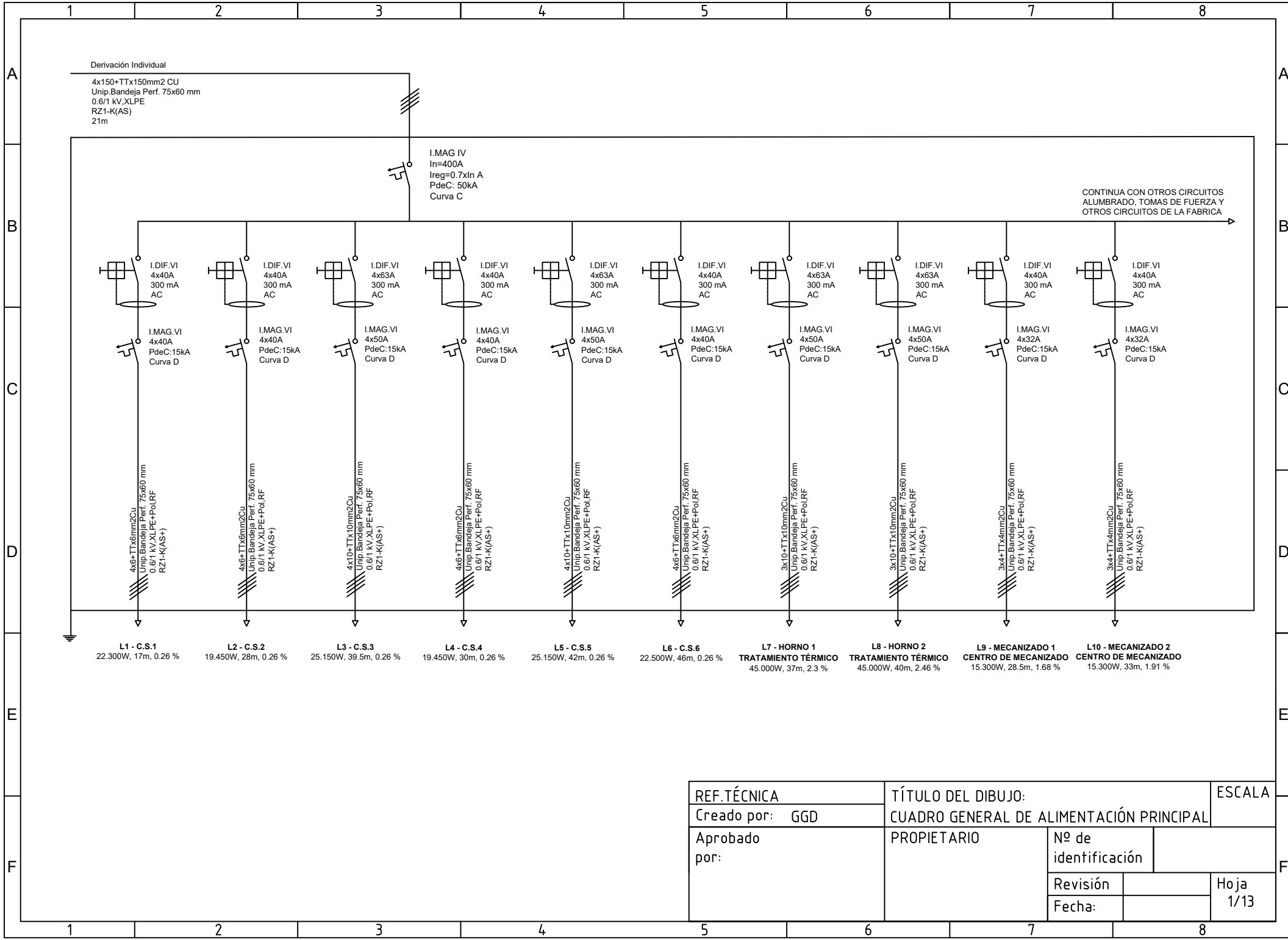
Neutro	
Rcc (Anterior):	10.1
Xcc (Anterior):	2.02

Icc Mínima (70° - 90°)			Fase					Neutro					Icc		
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	IccMin (A)
CGBT	21	4	0.16	0.02	3.36	0.42	16.08	12.26	0.16	0.02	3.36	0.42	13.46	2.44	6970.65206
L1	17	4	5.92	0	100.64	0	113.36	11.84	5.92	0	100.64	0	110.74	2.02	1024.37024
L2	28	4	5.92	0	165.76	0	178.48	11.84	5.92	0	165.76	0	175.86	2.02	648.598109
L3	39.5	4	3.95	0	156.025	0	168.745	11.84	3.95	0	156.025	0	166.125	2.02	686.246156
L4	30	4	5.92	0	177.6	0	190.32	11.84	5.92	0	177.6	0	187.7	2.02	608.024869
L5	42	4	3.95	0	165.9	0	178.62	11.84	3.95	0	165.9	0	176	2.02	648.086771
L6	46	4	5.92	0	272.32	0	285.04	11.84	5.92	0	272.32	0	282.42	2.02	405.194068
L7	37	4	3.37	0	124.69	0	137.41	11.84	3.37	0	124.69	0	134.79	2.02	843.873694
L8	40	4	2.37	0	94.8	0	107.52	11.84	2.37	0	94.8	0	104.9	2.02	1080.46308
L9	28.5	4	3.95	0	112.575	0	125.295	11.84	3.95	0	112.575	0	122.675	2.02	926.086081
L10	33	4	3.95	0	130.35	0	143.07	11.84	3.95	0	130.35	0	140.45	2.02	810.262649
CS1															
L11	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L12	1	2	15.8	0	15.8	0	28.52	11.84	15.8	0	15.8	0	25.9	2.02	4095.64262
L13	4.5	2	15.8	0	71.1	0	83.82	11.84	15.8	0	71.1	0	81.2	2.02	1388.88028
L14	4.5	2	15.8	0	71.1	0	83.82	11.84	15.8	0	71.1	0	81.2	2.02	1388.88028
L15	5.5	2	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1166.87358
L16	5.5	2	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1166.87358
L17	1	3	15.8	0	15.8	0	28.52	11.84	15.8	0	15.8	0	25.9	2.02	6476.8785
L18	5.5	2	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1166.87358
L19	5.5	3	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1993.59787
L20	5.5	3	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1993.59787
L21	0	4	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L22	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L23	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
CS2															
L24	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L25	6	2	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1080.46308
L26	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L27	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L28	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L30	7.5	3	15.8	0	118.5	0	131.22	11.84	15.8	0	118.5	0	128.6	2.02	1517.99108
L31	5	3	15.8	0	79	0	91.72	11.84	15.8	0	79	0	89.1	2.02	2162.60528
L32	4.5	3	15.8	0	71.1	0	83.82	11.84	15.8	0	71.1	0	81.2	2.02	2362.61121
L33	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L34	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L35	2.5	3	15.8	0	39.5	0	52.22	11.84	15.8	0	39.5	0	49.6	2.02	3735.14542
L36	0	4	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L37	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L38	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
CS3															
L39	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L40	11	2	15.8	0	173.8	0	186.52	11.84	15.8	0	173.8	0	183.9	2.02	620.482602
L41	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L42	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L43	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L44	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L45	5.5	2	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1166.87358
L46	5.5	3	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1993.59787
L47	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L48	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L49	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L50	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L51	3.5	3	15.8	0	55.3	0	68.02	11.84	15.8	0	55.3	0	65.4	2.02	2896.75458
L52	0	4	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L53	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L54	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
CS4															
L55	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L56	6	2	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1080.46308
L57	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L58	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L59	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L61	7.5	3	15.8	0	118.5	0	131.22	11.84	15.8	0	118.5	0	128.6	2.02	1517.99108
L62	5	3	15.8	0	79	0	91.72	11.84	15.8	0	79	0	89.1	2.02	2162.60528
L63	4.5	3	15.8	0	71.1	0	83.82	11.84	15.8	0	71.1	0	81.2	2.02	2362.61121
L64	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L65	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L66	2.5	3	15.8	0	39.5	0	52.22	11.84	15.8	0	39.5	0	49.6	2.02	3735.14542
L67	0	4	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L68	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L69	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181

Tabla C.12: Resultados de la intensidad de cortocircuito mínima en los cuadros secundarios

Icc Mínima (70° - 90°)		Fase								Neutro					Icc
Denominación	L (m)	Tipo	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	Ru (mOhm/m)	Xu (mOhm/m)	R (mOhm)	X (mOhm)	Rcc (mOhm)	Xcc (mOhm)	IccMin (A)
CS5															
L70	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L71	11	2	15.8	0	173.8	0	186.52	11.84	15.8	0	173.8	0	183.9	2.02	620.482602
L72	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L73	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L74	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L75	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L76	5.5	3	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1993.59787
L77	5.5	3	15.8	0	86.9	0	99.62	11.84	15.8	0	86.9	0	97	2.02	1993.59787
L78	2	2	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	2639.75058
L79	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L80	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L81	2	3	15.8	0	31.6	0	44.32	11.84	15.8	0	31.6	0	41.7	2.02	4359.74307
L82	3.5	3	15.8	0	55.3	0	68.02	11.84	15.8	0	55.3	0	65.4	2.02	2896.75458
L83	0	4	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L84	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L85	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
CS6															
L86	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L87	6	2	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1080.46308
L88	6	2	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1080.46308
L89	6.5	2	15.8	0	102.7	0	115.42	11.84	15.8	0	102.7	0	112.8	2.02	1005.94611
L90	7	2	15.8	0	110.6	0	123.32	11.84	15.8	0	110.6	0	120.7	2.02	941.028996
L91	6.5	2	15.8	0	102.7	0	115.42	11.84	15.8	0	102.7	0	112.8	2.02	1005.94611
L92	6	2	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1080.46308
L93	1	2	15.8	0	15.8	0	28.52	11.84	15.8	0	15.8	0	25.9	2.02	4095.64262
L94	6	2	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1080.46308
L95	6	3	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1848.9425
L96	6	3	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1848.9425
L97	6	3	15.8	0	94.8	0	107.52	11.84	15.8	0	94.8	0	104.9	2.02	1848.9425
L98	0	4	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L99	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181
L100	0	2	15.8	0	0	0	12.72	11.84	15.8	0	0	0	10.1	2.02	8614.46181

Planos



Derivación Individual
 4x150+TTx150mm² CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE
 RZ1-K(AS)
 21m

I.MAG IV
 In=400A
 I_{reg}=0.7xIn A
 PdeC: 50kA
 Curva C

CONTINUA CON OTROS CIRCUITOS
 ALUMBRADO, TOMAS DE FUERZA Y
 OTROS CIRCUITOS DE LA FABRICA

I.DIF.VI
 4x40A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x40A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x63A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x40A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x63A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x50A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x40A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x40A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x63A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x50A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x40A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x40A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x63A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x50A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x63A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x50A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x40A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x32A
 PdeC:15kA
 Curva D

I.DIF.VI
 4x40A
 300 mA
 AC

I.MAG.VI
 4x32A
 PdeC:15kA
 Curva D

4x6+TTx6mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L1 - C.S.1
 22.300W, 17m, 0.26 %

4x6+TTx6mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L2 - C.S.2
 19.450W, 28m, 0.26 %

4x10+TTx10mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L3 - C.S.3
 25.150W, 39.5m, 0.26 %

4x6+TTx6mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L4 - C.S.4
 19.450W, 30m, 0.26 %

4x10+TTx10mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L5 - C.S.5
 25.150W, 42m, 0.26 %

4x6+TTx6mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L6 - C.S.6
 22.500W, 46m, 0.26 %

3x10+TTx10mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L7 - HORNO 1
 TRATAMIENTO TÉRMICO
 45.000W, 37m, 2.3 %

3x10+TTx10mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L8 - HORNO 2
 TRATAMIENTO TÉRMICO
 45.000W, 40m, 2.46 %

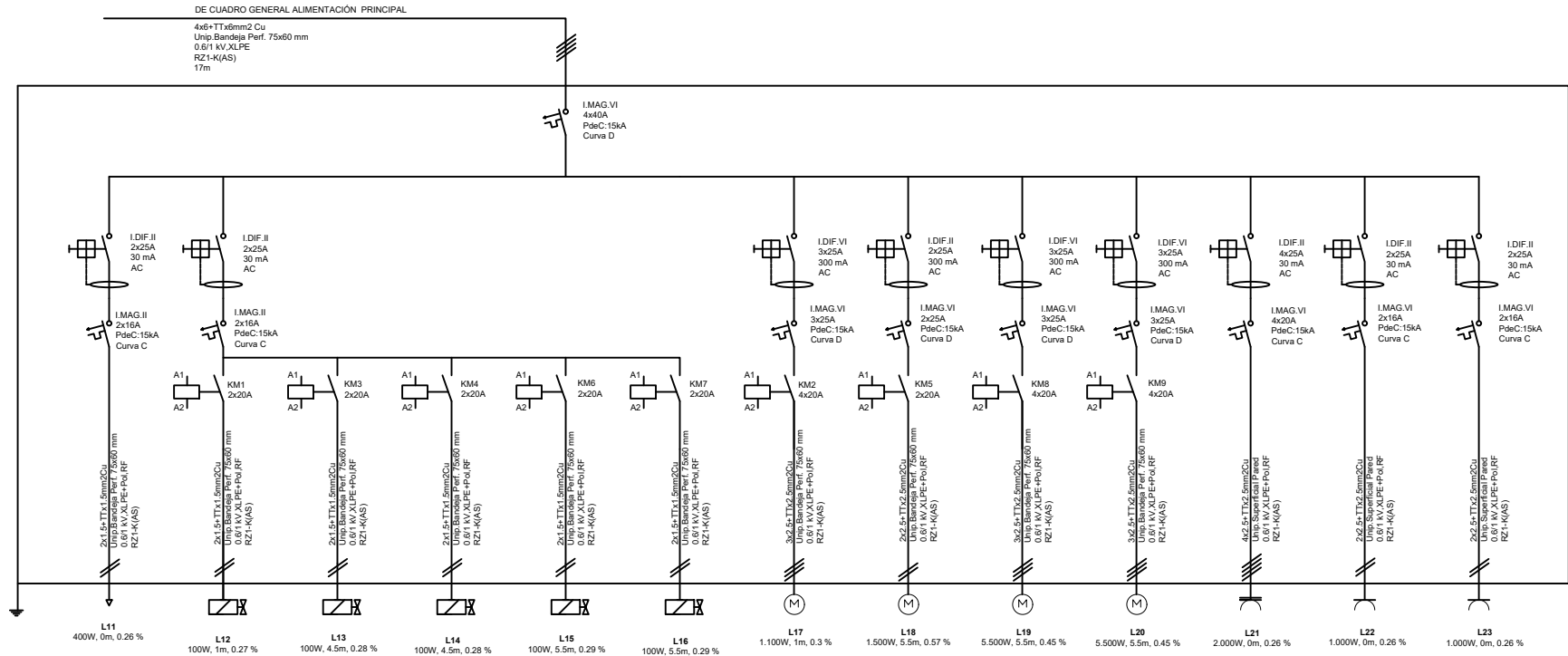
3x4+TTx4mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L9 - MECANIZADO 1
 CENTRO DE MECANIZADO
 15.300W, 28.5m, 1.68 %

3x4+TTx4mm²CU
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV XLPE+Pol|RF
 RZ1-K(AS+)

L10 - MECANIZADO 2
 CENTRO DE MECANIZADO
 15.300W, 33m, 1.91 %

REF.TÉCNICA	TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD	CUADRO GENERAL DE ALIMENTACIÓN PRINCIPAL		
Aprobado por:	PROPIETARIO	Nº de identificación	
		Revisión	Hoja 1/13
		Fecha:	



Fuente alimentación

Emisor piezas

Cerrar pistón entrada

Levantar pistón entrada

Salir Z entrada

Sujetar pieza entrada

Cinta entrada

Salir horizontal entrada

Rotar horario entrada

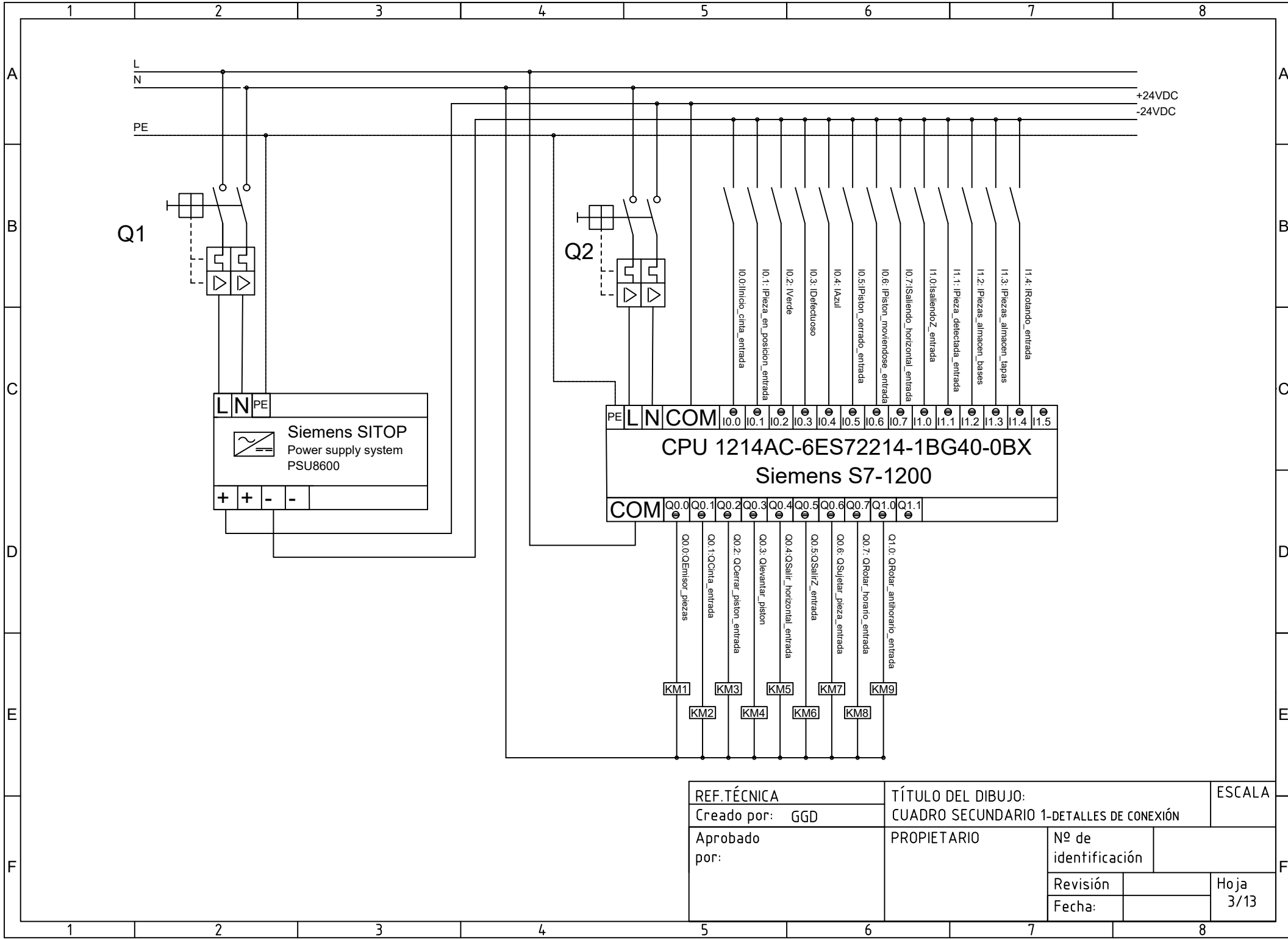
Rotar antihorario entrada

Toma CTAC

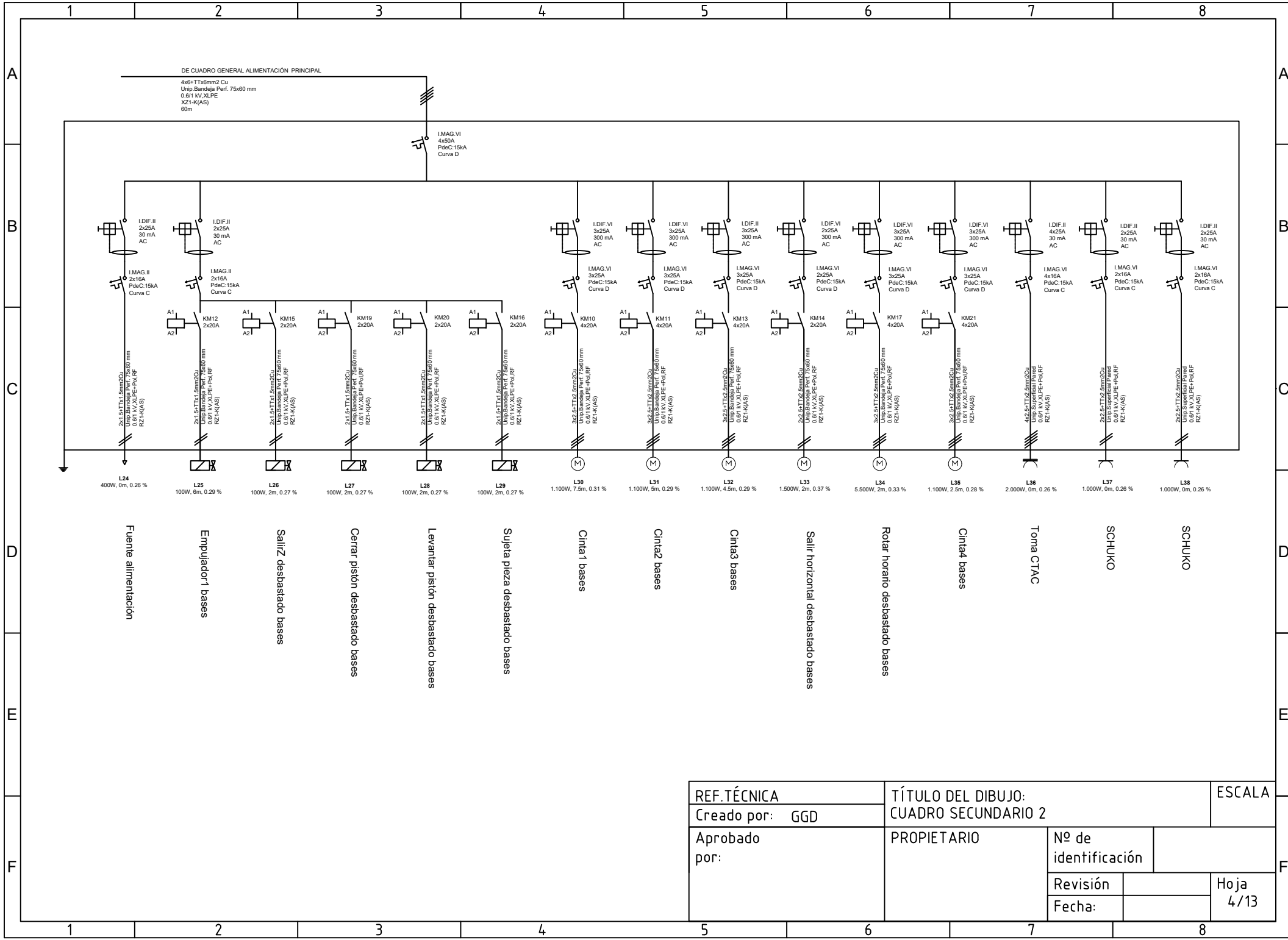
SCHUKO

SCHUKO

REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNDARIO 1		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja
			Fecha:	2/13



REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNDARIO 1-DETALLES DE CONEXIÓN		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja 3/13
			Fecha:	



DE CUADRO GENERAL ALIMENTACIÓN PRINCIPAL
 4x6+TTx6mm² Cu
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kv, XLPE
 XZ1-K(AS)
 60m

IMAG.VI
 4x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

IDIF.II
 2x25A
 30 mA
 AC

IMAG.II
 2x16A
 PdeC:15kA
 Curva C

A1
 A2

Zx1.5xTTx1.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L24
 400W, 0m, 0.26 %

Fuente alimentación

IDIF.II
 2x25A
 30 mA
 AC

IMAG.II
 2x16A
 PdeC:15kA
 Curva C

A1
 A2

Zx1.5xTTx1.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L25
 100W, 6m, 0.29 %

Empujador 1 bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx1.5xTTx1.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L26
 100W, 0m, 0.27 %

SalirZ desbastado bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx1.5xTTx1.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L27
 100W, 2m, 0.27 %

Cerrar pistón desbastado bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx1.5xTTx1.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L28
 100W, 2m, 0.27 %

Levantar pistón desbastado bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx1.5xTTx1.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L29
 100W, 2m, 0.27 %

Sujeta pieza desbastado bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L30
 1.100W, 7.5m, 0.31 %

Cinta1 bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L31
 1.100W, 5m, 0.29 %

Cinta2 bases

IDIF.II
 2x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L32
 1.100W, 4.5m, 0.29 %

Cinta3 bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L33
 1.500W, 2m, 0.37 %

Salir horizontal desbastado bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L34
 5.500W, 2m, 0.33 %

Rotar horario desbastado bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva D

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L35
 1.100W, 2.5m, 0.28 %

Cinta4 bases

IDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15kA
 Curva C

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L36
 2.000W, 0m, 0.26 %

Toma CTAC

IDIF.II
 4x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 4x16A
 PdeC:15kA
 Curva C

A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

L37
 1.000W, 0m, 0.26 %

SCHUKO

IDIF.II
 2x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 2x16A
 PdeC:15kA
 Curva C

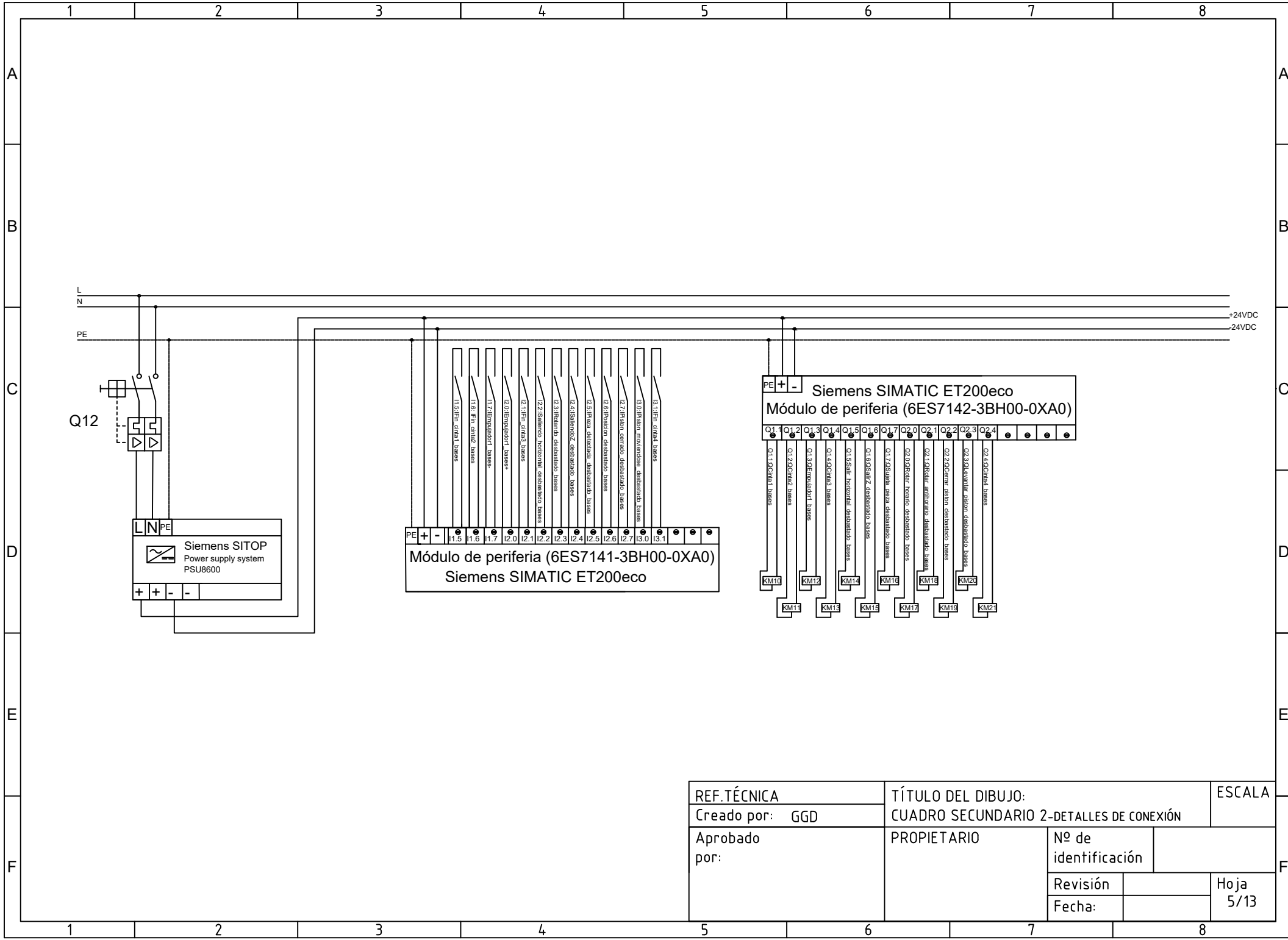
A1
 A2

Zx2.5xTTx2.5mm²Cu
 Unip. Superficie Plana
 0.6/1 kv, XLPE-PV/RP
 RZ1-K(AS)

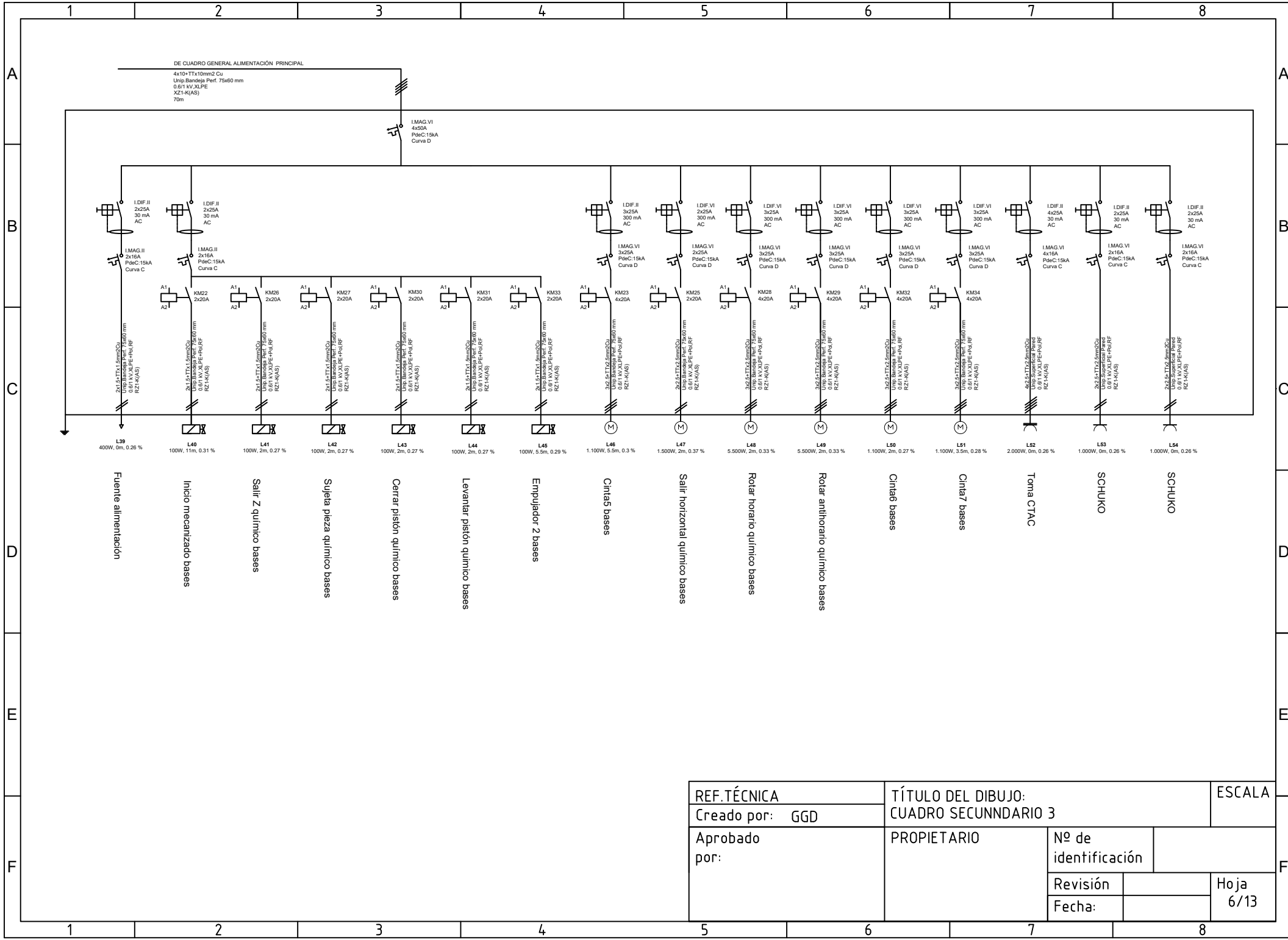
L38
 1.000W, 0m, 0.26 %

SCHUKO

REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNDARIO 2		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja 4/13
			Fecha:	



REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNDARIO 2-DETALLES DE CONEXIÓN		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja 5/13
			Fecha:	



DE CUADRO GENERAL ALIMENTACIÓN PRINCIPAL
 4x10-Tx10mm² Cu
 Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
 0.6/1 kV.XLPE
 XZ1-K(AS)
 70m

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.II
 2x16A
 PdeC:15KA
 Curva C

2x1.5+1Tx1.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L39
 400W, 0m, 0.26 %

Fuente alimentación

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.II
 2x16A
 PdeC:15KA
 Curva C

2x1.5+1Tx1.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L40
 100W, 11m, 0.31 %

Inicio mecanizado bases

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

2x1.5+1Tx1.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L41
 100W, 2m, 0.27 %

Salir Z químico bases

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

2x1.5+1Tx1.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L42
 100W, 2m, 0.27 %

Sujeta pieza químico bases

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

2x1.5+1Tx1.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L43
 100W, 2m, 0.27 %

Cerrar pistón químico bases

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

2x1.5+1Tx1.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L44
 100W, 2m, 0.27 %

Levantar pistón químico bases

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

3x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L46
 1.100W, 5.5m, 0.3 %

Cinta5 bases

LDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

2x1.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L47
 1.500W, 2m, 0.37 %

Salir horizontal químico bases

LDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

3x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L48
 5.500W, 2m, 0.33 %

Rotar horario químico bases

LDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

3x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L49
 5.500W, 2m, 0.33 %

Rotar antihorario químico bases

LDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

3x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L50
 1.100W, 2m, 0.27 %

Cinta6 bases

LDIF.VI
 3x25A
 300 mA
 AC

IMAG.VI
 3x25A
 PdeC:15KA
 Curva D

3x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L51
 1.100W, 5.5m, 0.28 %

Cinta7 bases

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 4x16A
 PdeC:15KA
 Curva C

2x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L52
 2.000W, 0m, 0.26 %

Toma CTAC

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

IMAG.VI
 2x16A
 PdeC:15KA
 Curva C

2x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

L53
 1.000W, 0m, 0.26 %

SCHUKO

LDIF.II
 3x25A
 30 mA
 AC

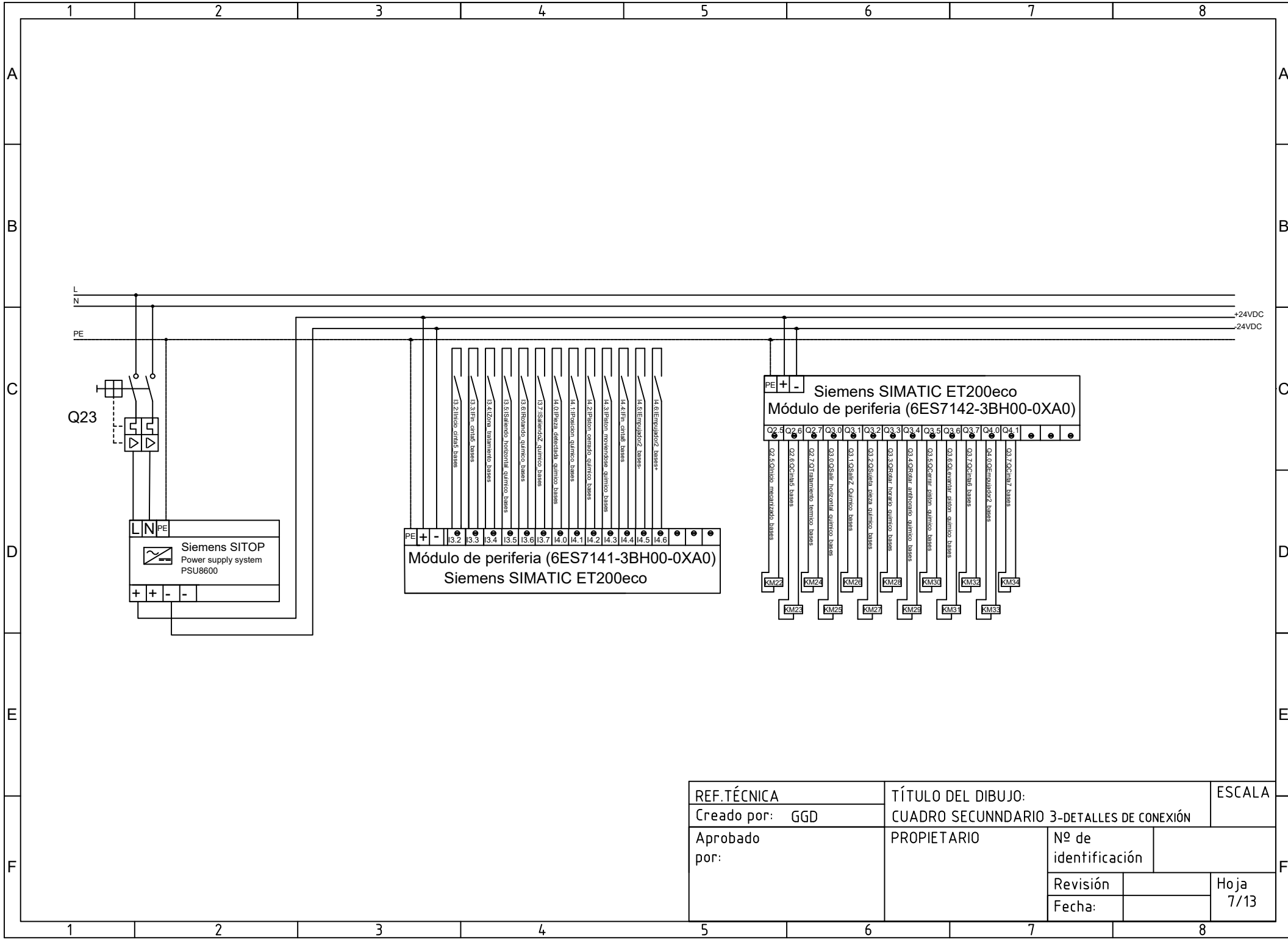
IMAG.VI
 2x16A
 PdeC:15KA
 Curva C

2x2.5+1Tx2.5mm²Cu
 0.6/1 kV.XLPE-Pol-RR
 RZ1-K(AS)

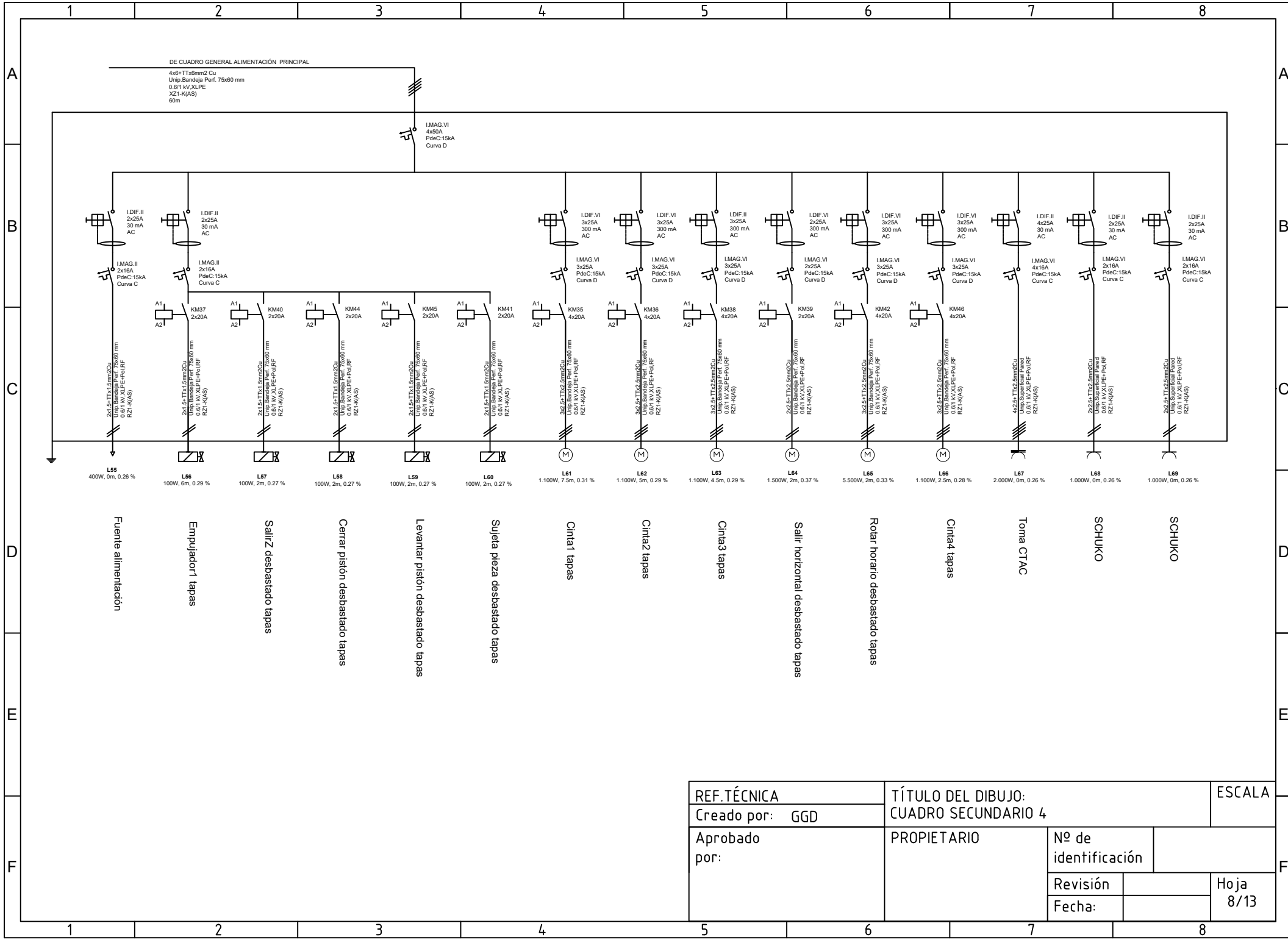
L54
 1.000W, 0m, 0.26 %

SCHUKO

REF.TÉCNICA	TÍTULO DEL DIBUJO: CUADRO SECUNNDARIO 3		ESCALA
Creado por: GGD			
Aprobado por:	PROPIETARIO	Nº de identificación	
		Revisión	Hoja 6/13
		Fecha:	



REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNNDARIO 3-DETALLES DE CONEXIÓN		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja
			Fecha:	7/13



DE CUADRO GENERAL ALIMENTACIÓN PRINCIPAL

4x6+TTx6mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE
XZ1-K(A/S)
60m

I.MAG.VI
4x25A
PdeC:15kA
Curva D

I.DIF.II
2x25A
30 mA
AC

I.MAG.II
2x16A
PdeC:15kA
Curva C

KM37
2x20A

2x1.5xTTx1.5mm² Cu
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L55
400W, 0m, 0.26 %

Fuente alimentación

I.DIF.II
2x25A
30 mA
AC

I.MAG.II
2x16A
PdeC:15kA
Curva C

KM40
2x20A

Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L56
100W, 6m, 0.29 %

Empujador1 tapas

I.DIF.II
2x25A
30 mA
AC

I.MAG.II
2x16A
PdeC:15kA
Curva C

KM44
2x20A

2x1.5xTTx1.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L57
100W, 2m, 0.27 %

SalirZ desbastado tapas

I.DIF.II
2x25A
30 mA
AC

I.MAG.II
2x16A
PdeC:15kA
Curva C

KM45
2x20A

Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L58
100W, 2m, 0.27 %

Cerrar pistón desbastado tapas

I.DIF.II
2x25A
30 mA
AC

I.MAG.II
2x16A
PdeC:15kA
Curva C

KM41
2x20A

2x1.5xTTx1.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L59
100W, 2m, 0.27 %

Levantar pistón desbastado tapas

I.DIF.VI
3x25A
300 mA
AC

I.MAG.VI
3x25A
PdeC:15kA
Curva D

KM35
4x20A

Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L60
100W, 2m, 0.27 %

Sujeta pieza desbastado tapas

I.DIF.VI
3x25A
300 mA
AC

I.MAG.VI
3x25A
PdeC:15kA
Curva D

KM36
4x20A

Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L61
1.100W, 7.5m, 0.31 %

Cintar1 tapas

I.DIF.VI
3x25A
300 mA
AC

I.MAG.VI
3x25A
PdeC:15kA
Curva D

KM38
4x20A

2x2.5xTTx2.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L62
1.100W, 5m, 0.29 %

Cintar2 tapas

I.DIF.II
3x25A
300 mA
AC

I.MAG.VI
3x25A
PdeC:15kA
Curva D

KM39
2x20A

2x2.5xTTx2.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L63
1.100W, 4.5m, 0.29 %

Cintar3 tapas

I.DIF.VI
3x25A
300 mA
AC

I.MAG.VI
3x25A
PdeC:15kA
Curva D

KM42
4x20A

3x2.5xTTx2.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L64
1.500W, 2m, 0.37 %

Salir horizontal desbastado tapas

I.DIF.VI
3x25A
300 mA
AC

I.MAG.VI
3x25A
PdeC:15kA
Curva D

KM46
4x20A

3x2.5xTTx2.5mm² Cu
Unip. Superficial Plated
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L65
5.500W, 2m, 0.33 %

Rotar horario desbastado tapas

I.DIF.VI
3x25A
300 mA
AC

I.MAG.VI
3x25A
PdeC:15kA
Curva D

KM44
2x20A

2x2.5xTTx2.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L66
1.100W, 2.5m, 0.28 %

Cintar4 tapas

I.DIF.II
4x25A
30 mA
AC

I.MAG.VI
4x16A
PdeC:15kA
Curva C

KM42
4x20A

Unip. Superficial Plated
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L67
2.000W, 0m, 0.26 %

Toma CTAC

I.DIF.II
2x25A
30 mA
AC

I.MAG.VI
2x16A
PdeC:15kA
Curva C

KM41
2x20A

2x2.5xTTx2.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

L68
1.000W, 0m, 0.26 %

SCHUKO

I.DIF.II
2x25A
30 mA
AC

I.MAG.VI
2x16A
PdeC:15kA
Curva C

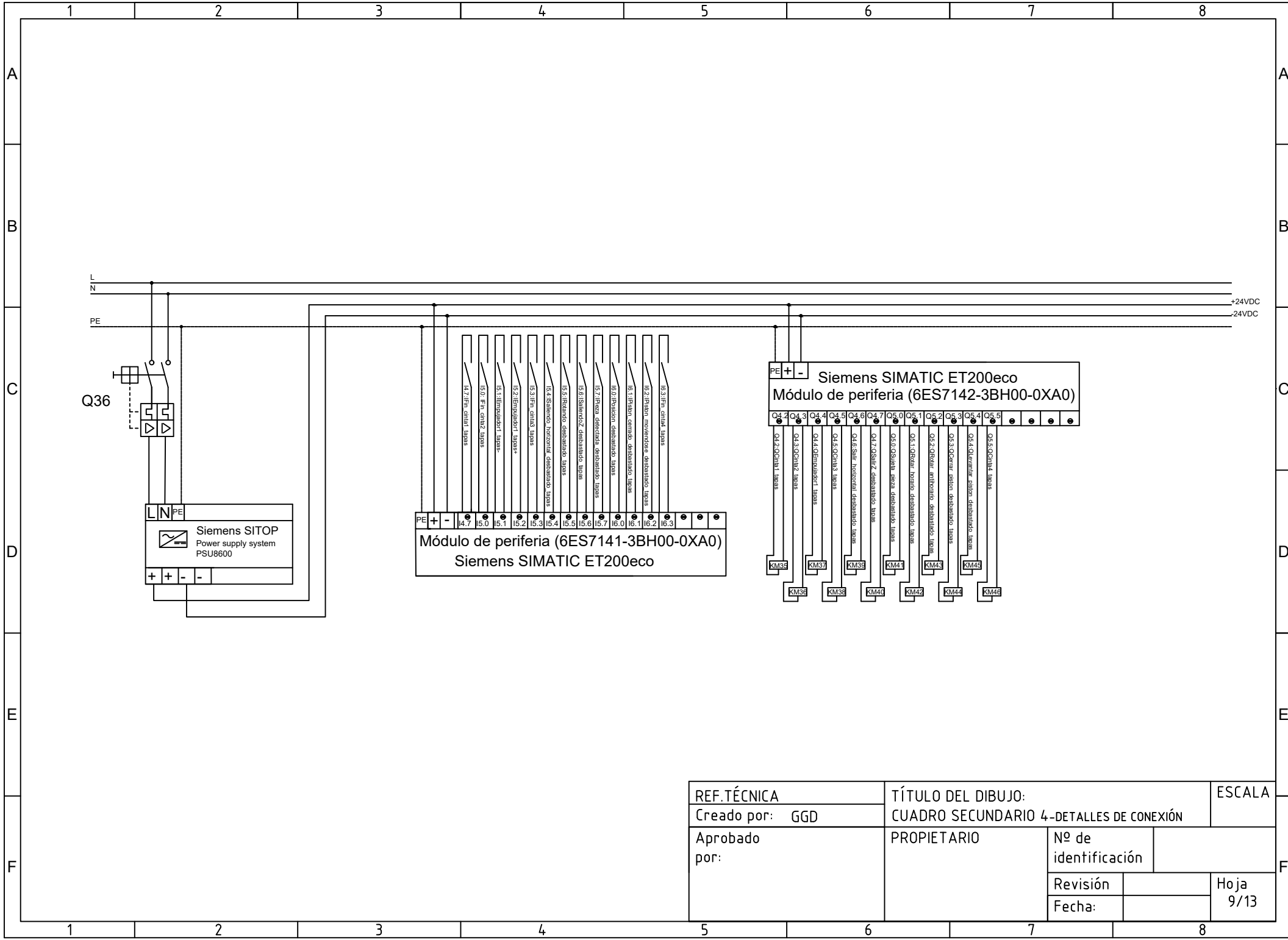
KM41
2x20A

2x2.5xTTx2.5mm² Cu
Unip. Bandeja Perf. 75x60 mm
0.6/1 kV XLPE-Pol/RF
RZ1-H(A/S)

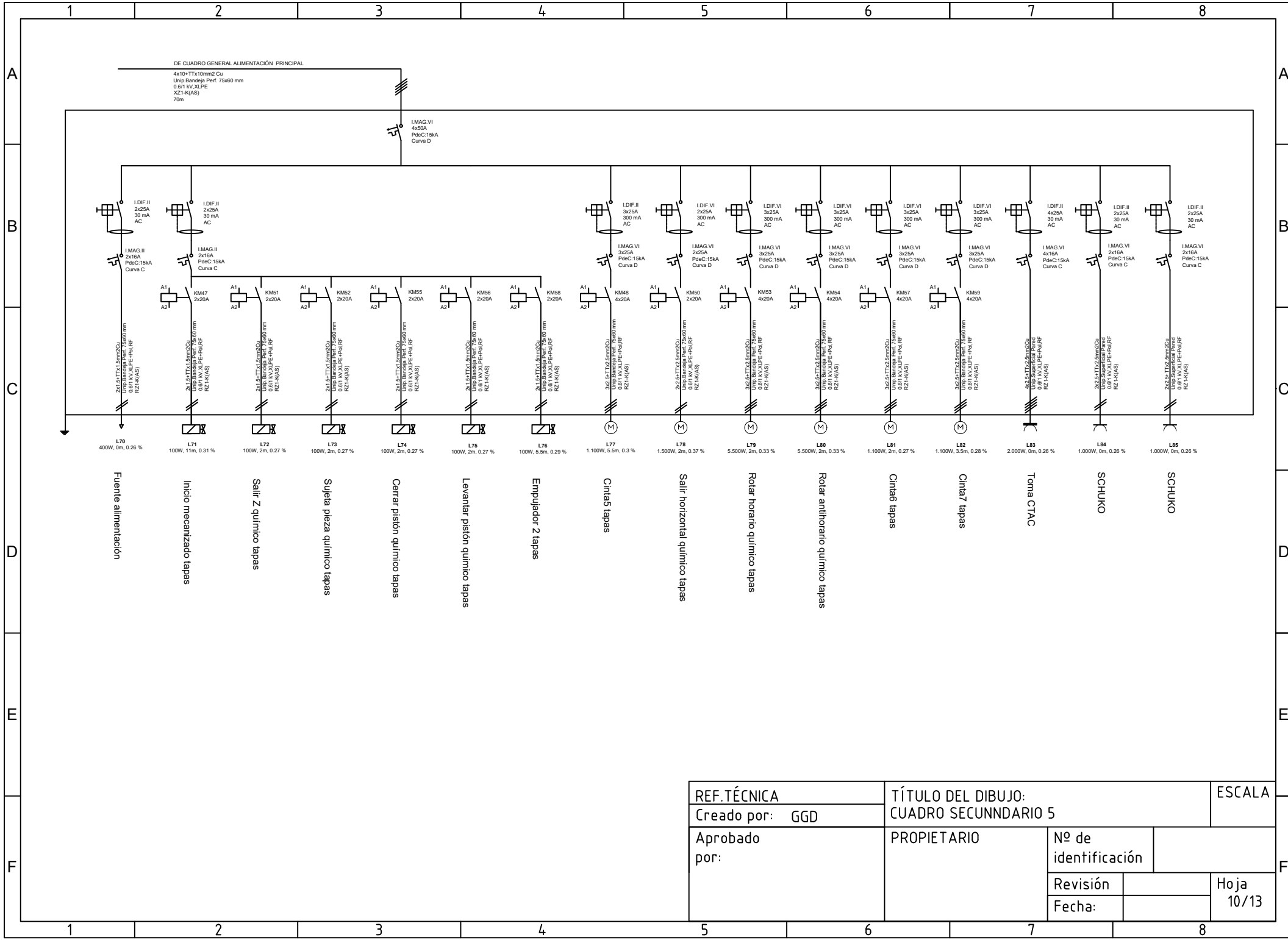
L69
1.000W, 0m, 0.26 %

SCHUKO

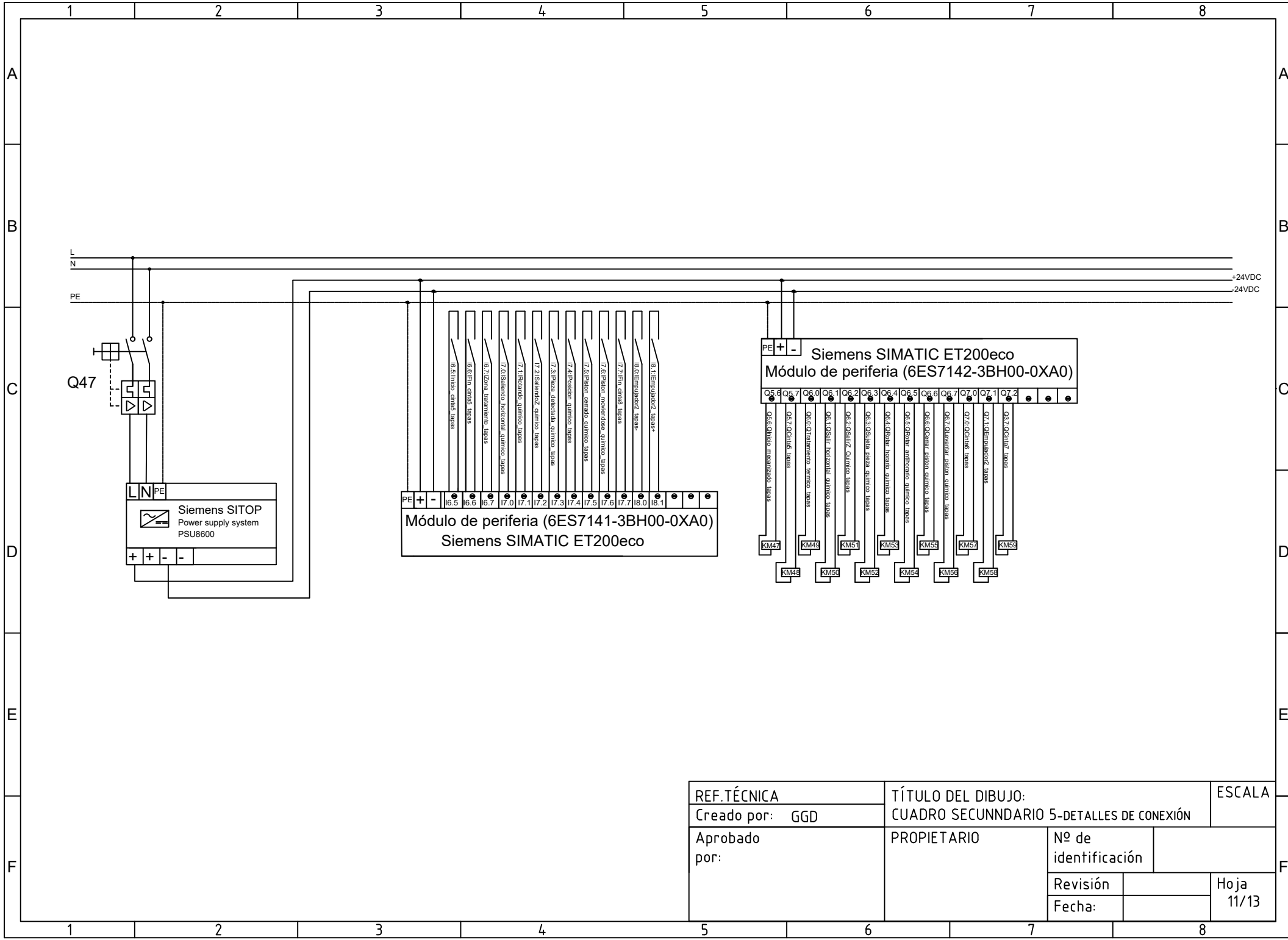
REF.TÉCNICA	TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD	CUADRO SECUNDARIO 4		
Aprobado por:	PROPIETARIO	Nº de identificación	
		Revisión	Hoja 8/13
		Fecha:	



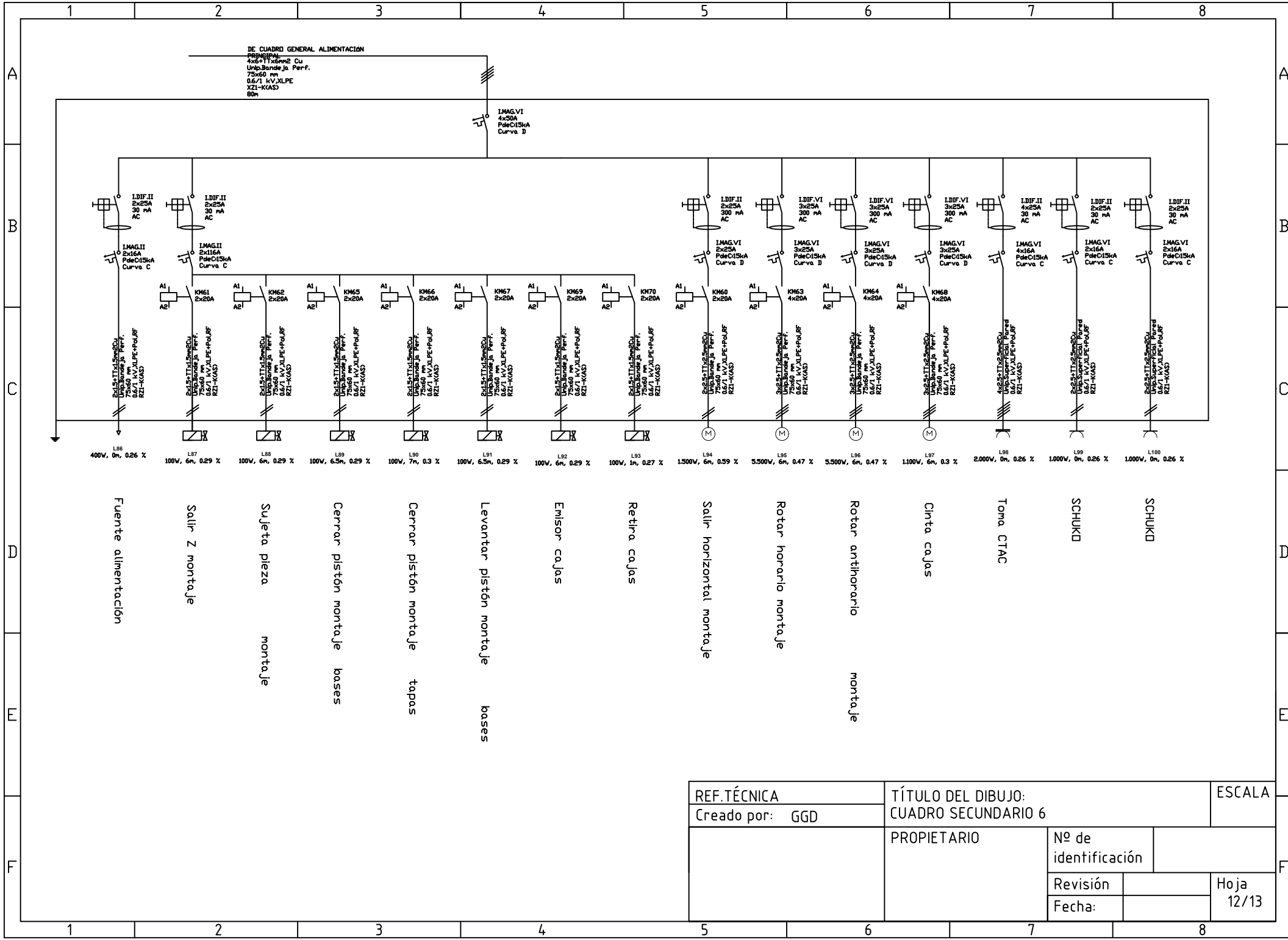
REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNDARIO 4-DETALLES DE CONEXIÓN		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja
			Fecha:	9/13



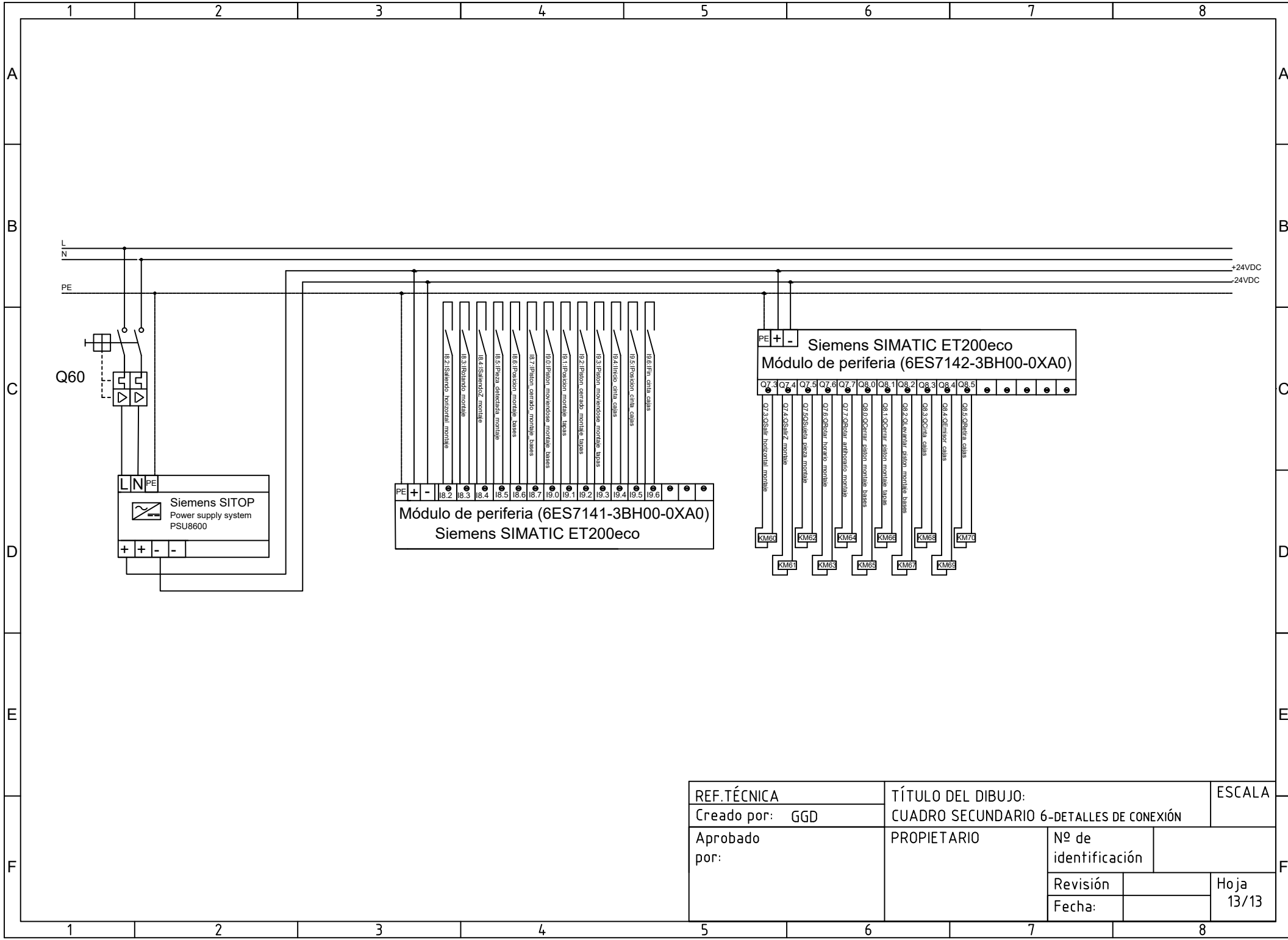
REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA	
Creado por: GGD		CUADRO SECUNNDARIO 5			
Aprobado por:		PROPIETARIO		Nº de identificación	
				Revisión	
				Fecha:	
				Hoja 10/13	



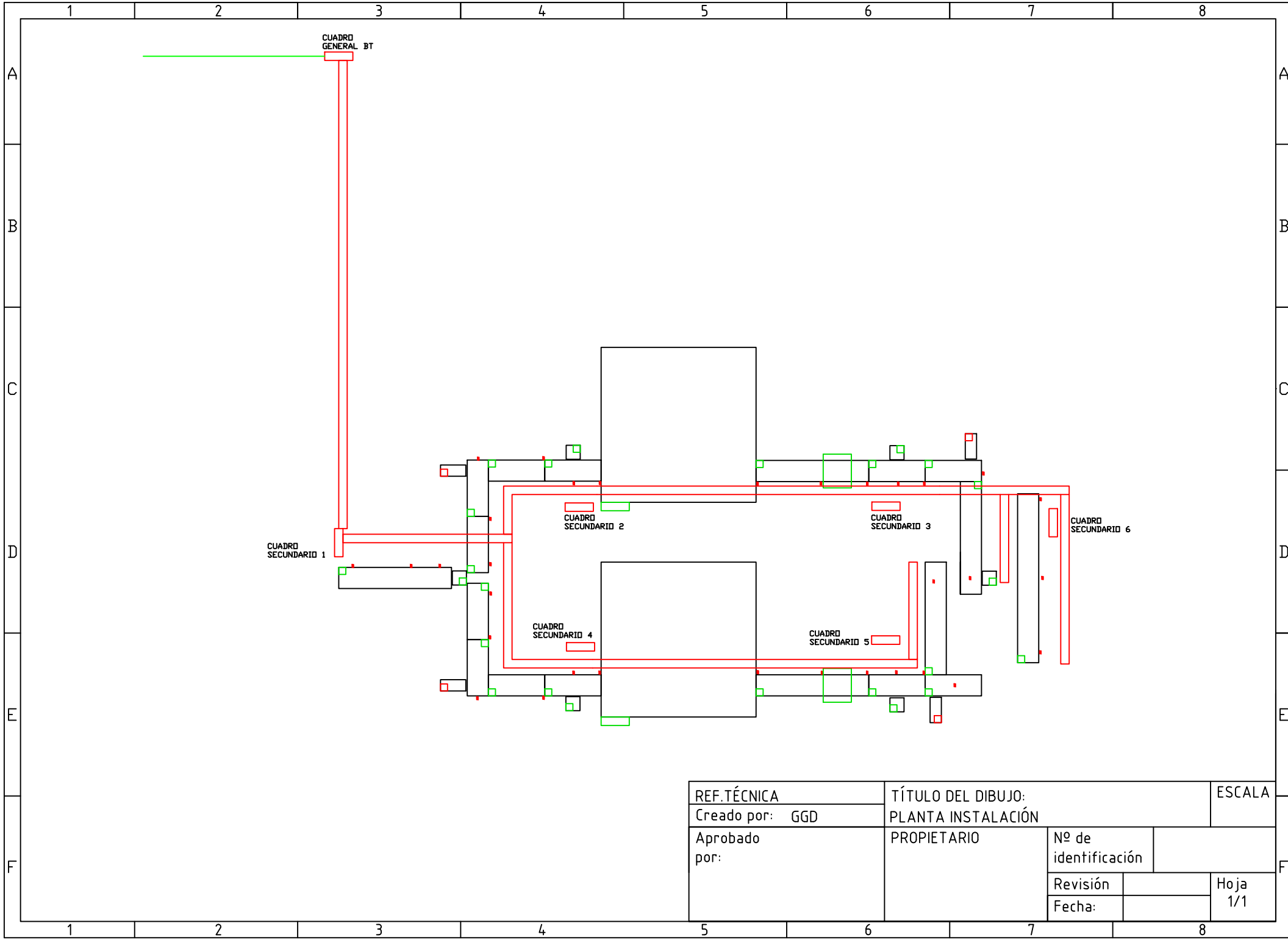
REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNNDARIO 5-DETALLES DE CONEXIÓN		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja
			Fecha:	11/13



REF.TÉCNICA	TÍTULO DEL DIBUJO: CUADRO SECUNDARIO 6		ESCALA
Creado por: GGD	PROPIETARIO		Hoja 12/13
	Nº de identificación		
	Revisión		
	Fecha:		



REF.TÉCNICA		TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD		CUADRO SECUNDARIO 6-DETALLES DE CONEXIÓN		
Aprobado por:		PROPIETARIO	Nº de identificación	
			Revisión	Hoja 13/13
			Fecha:	



REF.TÉCNICA	TÍTULO DEL DIBUJO:		ESCALA
Creado por: GGD	PLANTA INSTALACIÓN		
Aprobado por:	PROPIETARIO	Nº de identificación	
		Revisión	Hoja 1/1
		Fecha:	