



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES MEDIANTE PLC Y RED VIRTUAL

Trabajo Final de Grado



AUTOR: MIRIAM LATORRE LÓPEZ

TUTOR: RICARDO PIZÁ FERNÁNDEZ

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior
de Ingeniería del Diseño

*Grado en Ingeniería electrónica
Industrial y Automática*

2012 / 2016

AGRADECIMIENTOS

Para la mujer de mi vida, mi madre.

Para mi ejemplo a seguir, mi padre.

Para mí más eterno competidor y referente, mi hermano

Para mi equipo en la universidad, con los que he compartido horas de estudios y trabajos en grupo, sin los que no habría podido llegar a esta larga y constante meta. Esta etapa única termina y aunque el tiempo y la distancia hagan de las tuyas en esos pasillos, clases y bares se quedan guardados todos los recuerdos que han llenado de amistad mi corazón.

También a ti, Mi flor, gracias a tu constancia y amor incondicional.

Y por último y más importante, gracias a vosotras, por la comprensión, paciencia y apoyo en los momentos duros, os tenéis ganado el cielo.

ÍNDICE

1.	<i>RESUMEN</i>	12
2.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	14
3.	<i>MEMORIA</i>	16
3.1	<i>ANTECEDENTES</i>	20
3.2	<i>OBJETO</i>	20
3.3	<i>JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</i>	21
3.4	<i>BASES DEL PROYECTO</i>	22
3.4.1	<i>LEGISLACIÓN</i>	22
3.4.2	<i>ELECCIÓN DEL PLC (programer logic controller)</i>	23
3.4.3	<i>SOFTWARE UTILIZADO</i>	26
3.5	<i>COMUNICACIONES AUTOMATA</i>	28
3.5.1	<i>CONEXIÓN MAQUETA-AUTOMATA</i>	28
3.5.2	<i>CONEXIÓN AUTÓMATA-PC</i>	29
3.5.3	<i>CONEXIÓN AUTÓMATA-PC-MAQUETAS</i>	30
3.6	<i>INGENIERIA DEL PROYECTO</i>	31
3.7	<i>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</i>	34
3.8	<i>DESCRIPCIÓN DE SCADA</i>	35
3.9	<i>DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN</i>	41
3.9.1	<i>DIAGRAMA DE FLUJOS SCADA</i>	41
3.9.2	<i>DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO “CINTA”</i>	41
3.9.3	<i>DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO “BRAZO”</i>	43
3.9.4	<i>DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO “MESA GIRATORIA”</i>	46
3.9.5	<i>DIAGRAMA DE FLUJOS. INTERCONEXIÓN SCADA - MAQUETAS</i>	48
3.10	<i>CONCLUSIONES</i>	49
4.	<i>PLIEGO DE CONDICIONES</i>	50
4.1	<i>DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES</i>	54
4.1.1	<i>OBJETO DEL PLIEGO</i>	54

4.1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MONTAJE	54
4.2 CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL	55
4.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES	56
4.4 ORDENADOR PERSONAL.....	56
4.5 ESTUDIOS DE LEGISLACIÓN	58
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
6. PRESUPUESTO	64
6.1 HARDWARE.....	66
6.2 SOFTWARE	67
6.3 RECURSO HUMANO.....	67
6.4 COSTE TOTAL DEL PROYECTO	68
7. ANEXO	70
ANEXO I: TABLAS ENTRADAS/SALIDAS	724
ANEXO II: CONFIGURACIÓN CX-PROGRAMMER.....	76
ANEXO III: CONFIGURACIÓN CX-SUPERVISOR DEVELOPER.....	80
ANEXO IIII: DATASHEE PLC.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1: PLC - E/S</i>	23
<i>Ilustración 2: PLC - CPU</i>	24
<i>Ilustración 3: ENTORNO SCADA</i>	25
<i>Ilustración 4: CX-ONE</i>	25
<i>Ilustración 5: CX-PROGRAMMER</i>	27
<i>Ilustración 6: CX-SUPERVISOR</i>	27
<i>Ilustración 7: CONEXIÓN MAQUETA-PLC</i>	28
<i>Ilustración 8: MANGUERA 20 X 0.22mm</i>	29
<i>Ilustración 9: AUTÓMATA - PC</i>	30
<i>Ilustración 10: AUTÓMATA - PC - MAQUETA</i>	31
<i>Ilustración 11: LÍNEA INDEXADA CON DOS UNIDADES DE MECANIZADO</i>	32
<i>Ilustración 12: 3D - ROBOT TX</i>	33
<i>Ilustración 13: CENTRO NEUMÁTICO DE MECANIZADO</i>	33
<i>Ilustración 14: PROCESO COMPLETO</i>	34
<i>Ilustración 15: SCADA - GENERAL</i>	36
<i>Ilustración 16: SCADA - GENERAL</i>	37
<i>Ilustración 17: SCADA - PROCESO CINTA</i>	38
<i>Ilustración 18: SCADA - PROCESO BRAZO</i>	39
<i>Ilustración 19: SCADA - PROCESO MESA</i>	40
<i>Ilustración 20: DIAGRAMA SCADA</i>	41
<i>Ilustración 21: CX-PROGRAMMER 1</i>	76
<i>Ilustración 22: CX-PROGRAMMER 2</i>	77
<i>Ilustración 23: CX-PROGRAMMER 3</i>	77
<i>Ilustración 24: CX-PROGRAMMER 4</i>	78

<i>Ilustración 25: CX-SUPERVISOR 1</i>	80
<i>Ilustración 26: CX-SUPERVISOR 2</i>	81
<i>Ilustración 27: CX-SUPERVISOR 3</i>	81
<i>Ilustración 28: CX-SUPERVISOR 4</i>	82

ÍNDICE DE TABLAS

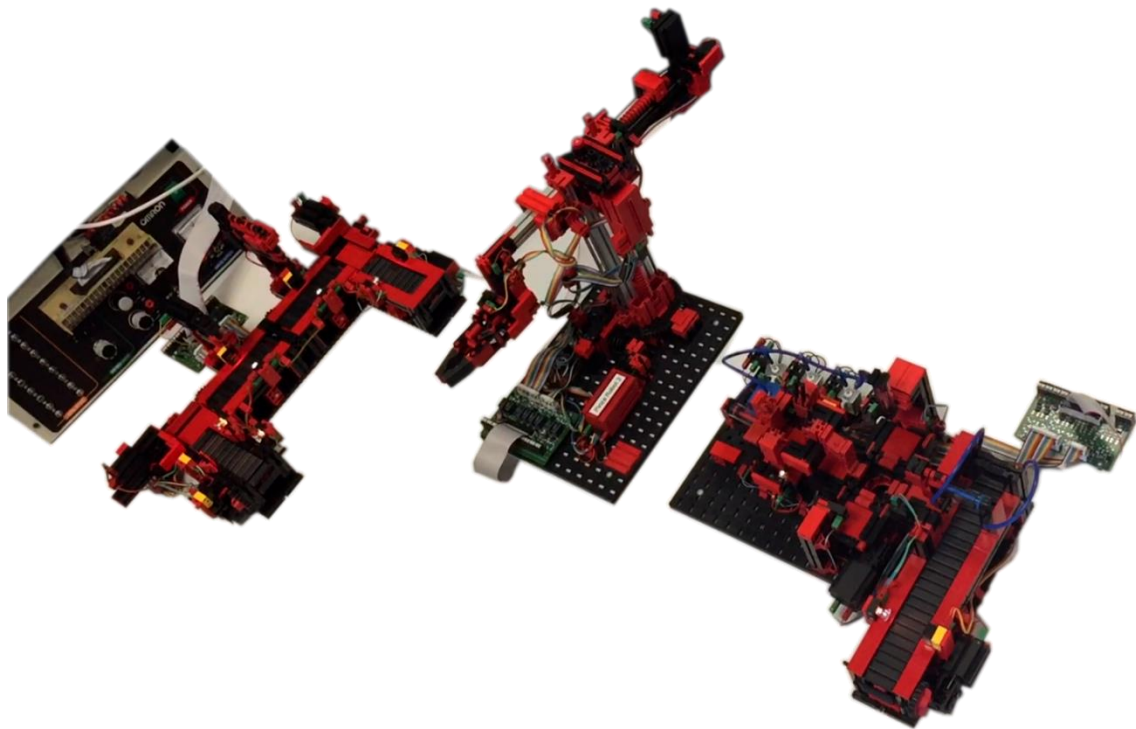
<i>Tabla 1: PRESUPUESTO HARDWARE</i>	66
<i>Tabla 2: PRESUPUESTO SOFTWARE</i>	67
<i>Tabla 3: PRESUPUESTO RECURSOS HUMANOS</i>	68
<i>Tabla 4: PRESUPUESTO TOTAL</i>	68
<i>Tabla 5: ENTRADAS LÍNEA INDEXADO</i>	72
<i>Tabla 6: SALIDAS LÍNEA INDEXADO</i>	72
<i>Tabla 7: ENTRADAS 3-D-Robot TX</i>	73
<i>Tabla 8: SALIDAS 3-D-Robot TX</i>	73
<i>Tabla 9: ENTRADAS CENTRO NEUMÁTICO</i>	74
<i>Tabla 10: SALIDAS CENTRO NEUMÁTICO</i>	74

1. RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo la programación, implementación y control de tres procesos industriales continuos para el mecanizado de una pieza mediante tres controladores lógicos programables (PLC) y red virtual para el control del conjunto.

El proceso simula una cinta transportadora con un taladro y una fresadora, un brazo robot que transporta la pieza de una cinta a otra y por último el mecanizado neumático con una estampadora y una mesa giratoria. Todo el proceso será controlado mediante una *interface* entre la maquinaria y la aplicación.

Para poder garantizar el correcto funcionamiento del proceso se han utilizado las maquetas *FischerTechnik* comercializadas para fines didácticos que simulan el proceso completo. En la siguiente fotografía se puede apreciar la distribución de las diferentes estaciones y maquetas que utilizaremos.



PROCESO COMPLETO

2. INTRODUCCIÓN

En este proyecto de Automatización de un proceso industrial hemos utilizado tres PLC *Omron*, un ordenador con las plataformas *CX-Programmer* y *CX-Supervisor* y tres maquetas *FischerTechnik*.

Las maquetas son diferentes y simulan tres procesos interconectados entre sí, el objetivo es modelar un proceso real con señales de la misma naturaleza que el proceso físico real. La primera maqueta es una cinta transportadora dispuesta en forma de *U* para el transporte intermitente y el mecanizado de varias piezas a trabajar. Después tenemos un robot de tres ejes con diversos grados de libertad, un movimiento de rotación y dos de translación, que permiten un giro de 180° , un avance de 90 mm , y una elevación de 150 mm . El último proceso está compuesto por el centro neumático de mecanizado con una bandeja para piezas a trabajar; mesa giratoria; unidad de mecanizado; compresor y cinta transportadora para el transporte de las piezas a trabajar.

La configuración del proceso global está compuesta por tres maquetas trabajando de forma coordinada de modo que una pieza para ser procesada ha de pasar por las tres estaciones de trabajo.

Mediante el *CX-Supervisor* se ha diseñado una aplicación *SCADA* que supervisa, monitoriza y gestiona toda la secuencia de mecanizado asegurando así que el operario disponga de total libertad de gestión y seguridad respecto al proceso.

3. MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

3.	MEMORIA.....	16
3.1	ANTECEDENTES.....	20
3.2	OBJETO.....	20
3.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	21
3.4	BASES DEL PROYECTO.....	22
3.4.1	LEGISLACIÓN.....	22
3.4.2	ELECCIÓN DEL PLC (<i>programer logic controller</i>).....	23
3.4.3	<i>SOFTWARE</i> UTILIZADO.....	26
3.5	COMUNICACIONES AUTOMATA.....	28
3.5.1.	CONEXIÓN MAQUETA-AUTOMATA.....	28
3.5.2	CONEXIÓN AUTÓMATA-PC.....	29
3.5.3	CONEXIÓN AUTÓMATA-PC-MAQUETAS.....	30
3.6	INGENIERIA DEL PROYECTO.....	31
3.7	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	34
3.8	DESCRIPCIÓN DE SCADA.....	35
3.9	DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN.....	41
3.9.1	DIAGRAMA DE FLUJOS SCADA.....	41
3.9.2	DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO “ <i>CINTA</i> ”.....	41
3.9.3	DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO “ <i>BRAZO</i> ”.....	43
3.9.4	DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO “ <i>MESA GIRATORIA</i> ”.....	46
3.9.5	DIAGRAMA DE FLUJOS. INTERCONEXIÓN SCADA - MAQUETAS.....	48
3.10	CONCLUSIONES.....	49

3.1 ANTECEDENTES

La idea del presente proyecto surgió tras la elaboración de las prácticas relacionadas con la asignatura de Automatización Industrial, en dicha asignatura se utilizaron varios *Programmable Logic Controller* de otras compañías como *TSX Micro* de Telemecanique y *CQM1H* de Omron, para diferentes procesos automatizados. En esta automatización industrial escogemos el paquete CX-ONE por diversas razones expuestas a continuación en esta memoria.

La realización del SCADA, que por otra parte ha sido ajena a la asignatura mencionada pero con el concepto global de programación, se ha realizado mediante el programa CX-Supervisor desarrollando los elementos de biblioteca necesarios para el entorno HMI personalizado para la aplicación, aportando así el entorno gráfico.

El desarrollo de la idea surgió al ver el amplio abanico de industrias que funcionan a día de hoy con autómatas programables, y que mejor idea que simular un proceso industrial para ser aplicado a nuestra industria.

3.2 OBJETO

Como objeto del trabajo tenemos la simulación de una secuencia real de mecanizado, hemos utilizado tres maquetas, diseñadas para fines didácticos, para la simulación del proceso y poder asegurar su correcto funcionamiento. Como complemento un entorno SCADA para poder representar el funcionamiento de nuestro diseño automático y poder interactuar con el proceso. Por último hemos utilizado un servidor OPC que hace de *interface* comunicativa entre los PLC destinados a este. El proyecto está orientado a la programación real de una secuencia con tales características y podría ser utilizado por cualquier empresa industrial automatizada.

3.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Con este trabajo se pretende diseñar una cadena de mecanizado secuencial que podría incorporarse en cualquier industria que necesitara un proceso automatizado, adaptándolo a sus necesidades. La automatización de procesos industriales en nuestro país es un objetivo que se lleva realizando años atrás, se busca optimizar y rentabilizar todos los procesos de la industrial a la vez que abaratar costes de fallos humanos, aumentar la seguridad de los operarios y hacer que los trabajos repetitivos y mono posturales vayan desapareciendo, adaptando a los operarios para la supervisión de dicha máquina.

La fase final de un Grado universitario, al igual que las antiguas licenciaturas, es exponer los conocimientos obtenidos a lo largo de los cuatro años de estudios con el “Trabajo final de grado” (TFG), que básicamente se basa en desarrollar; lo más profesionalmente posible; un proyecto que a su vez pueda ser tenido en cuenta por su sector.

Realizaremos el TFG con el material disponible en el departamento de Ingeniería de Sistemas Automáticos (ISA) y con la colaboración del profesor tutor nombrado anteriormente. Los equipos de control utilizados son los equipos reales que se utilizan en la aplicación industrial real exceptuando las maquetas que facilitan la programación. El uso de maquetas para los procesos permite gestionar las mismas señales de control que en un caso real (activaciones de señales, lectura de fotocélulas y finales de carrera) con un coste de equipamiento e instalación que permite que se puedan desarrollar este tipo de proyectos dentro de la universidad.

Se desea desarrollar un proyecto que pueda ser introducido en la industria con las adaptaciones necesarias a cada función concreta.

3.4 BASES DEL PROYECTO

3.4.1 LEGISLACIÓN

La legislación vigente, más prioritaria, a tener en cuenta en el proyecto a la hora de la instalación la detallamos a continuación:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), así como la Guía Técnica asociada a éste.
- RD 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- RD 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico (y posteriores modificaciones por RD 154/95).
- RD y Normas UNE relativas al montaje, utilización y mantenimiento de los autómatas.
- EN 62061:2005: Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y programables relativos a la seguridad.
- EN ISO 16484:2003: Automatización de edificios y sistemas de control.
- EN ISO 16484:2003: Automatización de edificios y sistemas de control.
- Norma IEC-1131 sobre la estandarización de los lenguajes de programación y sobre los diferentes tipos de autómatas programables y sus periféricos.
- Manual y Guía de Usuario del elemento de control.
- Manual de funcionamiento del software utilizado para la programación.

En el Pliego de condiciones detallaremos con más detenimiento las normas y legislaciones necesarias.

3.4.2 ELECCIÓN DEL PLC (*Programmable Logic Controller*)

Saber elegir el autómatas adecuado para cada ocasión es un aspecto fundamental para que el proyecto se desarrolle correctamente. Tenemos que conseguir dimensionar correctamente la aplicación para no quedarnos cortos en prestaciones ni que tengamos funcionalidades que encarecen y no son necesarias para el proyecto.

Debemos de tener muy claro en que va a consistir el entorno que tenemos que automatizar, a partir de ahí hemos tenido en cuenta a la hora de elegir nuestro autómatas varios puntos.

A la hora de comenzar necesitamos saber cuántas entradas y salidas (E/S) vamos a requerir, tanto a nivel digital como analógicas. Para ello hemos hecho un estudio y una definición de todos los elementos. Las marcas tienen diferentes moldes de PLC que aceptan diferentes niveles de E/S. Esto no es un aspecto determinante para elegir una marca u otra pero sí que lo es para saber que rango de PLC vamos a necesitar.

Es recomendable dimensionar con un margen de seguridad ya que es posible que a posteriori sea necesario ampliar la instalación. Por ello es muy aconsejable utilizar equipos de control que permitan la escalabilidad del sistema.



Ilustración 1: PLC - E/S

La capacidad del programa y la memoria va en función del tamaño del PLC, a mayor número de E/S mayor capacidad de programa.

Las diferencias entre CPU de la misma familia suelen ser la capacidad de memoria (E/S) y la velocidad de procesos de la CPU.

Hemos considerado a determinar dos aspectos:

- Memoria de programa: Se mide en Kpasos y determina cuantos pasos de programa podemos disponer.

- Memoria de datos: Determina cuanta área interna de programa disponemos. Los datos de memoria para ser utilizados en el programa como variables suelen ser entradas, salidas, etapas, variables auxiliares, etc.



Ilustración 2: PLC - CPU

A las comunicaciones se puede acceder desde los sistemas de supervisión SCADA hasta el autómatas más pequeño de la fábrica.

Hemos estudiado bien la aplicación e identificado los elementos que debemos comunicar. Si disponemos de Pantallas o sistemas HMI, considerar si es factible instalar periferia descentralizada con E/S remotas para economizar la instalación.

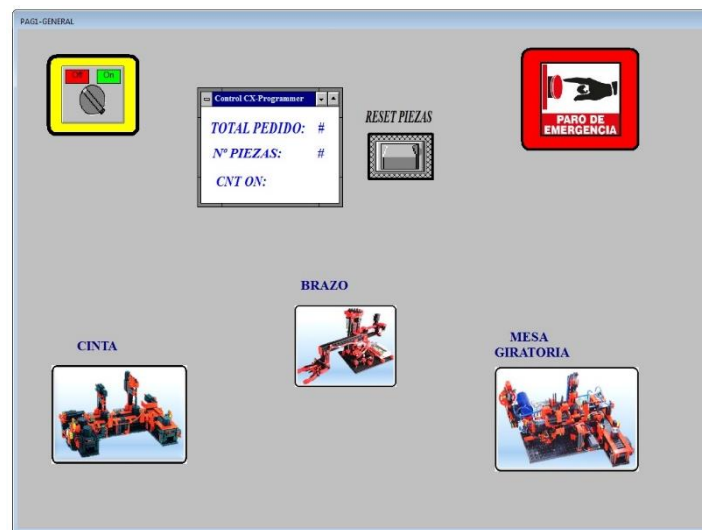


Ilustración 3: ENTORNO SCADA

El *software* es importante, un *software* evolucionado y probado nos asegurara el correcto funcionamiento de todo el conjunto de programación.

Un aspecto importante es el tema del precio, existen muchas marcas de PLC que disponen de *software* para la programación de sus PLC de forma gratuita. El *software* propietario que está asociado a una marca de PLC concreta que comunica mediante esa marca y también tenemos el *software* abierto que emplea *drivers* de comunicación para interconectar entre distintas marcas de PLC.



Ilustración 4: CX-ONE

En nuestro proceso de automatización nos hemos ajustado a lo que disponemos en el laboratorio del departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (ISA) pudiendo disponer de los PLC Omron CJ2M.

La serie CJ2M es ideal para necesidades de empaquetado y automatización general de máquinas. La conectividad está asegurada gracias al puerto USB integrado y a la opción de interfaces RS-232C/422/485 en la CPU. Destacamos sus características:

- Siempre accesible mediante el puerto USB estándar
- Puerto Ethernet estándar con función de enlace de datos vía EtherNet/IP
- Amplio rango de capacidades de programa, de 5 a 60 kPasos, con módulos opcionales de puerto serie.
- La memoria dedicada a la programación mediante bloques de función asegura el máximo rendimiento cuando se programa de ésta forma.

El *software* que utilizamos es el CX-One, que permite a los usuarios elaborar, configurar y programar una serie de dispositivos como PLC, Terminales Programables, sistemas Motion Control y redes con un solo paquete de *software* con una sola instalación y número de licencia. Nuestra licencia es la suministrada a la UPV, licencia de estudiante.

3.4.3 SOFTWARE UTILIZADO

Como ya hemos mencionado anteriormente el *software* asociado a Omron es el CX-One, por lo tanto es el que se ha utilizado para el proceso. Dentro de este entorno encontramos varios programas destinados a diferentes utilidades los utilizados en este caso han sido el CX-Programmer para la programación en Grafcet (*Grphe Fonctionnel de Commande Etape Transition*) del proceso, el CX-Supervisor que se ocupa de gestionar todo el entorno gráfico y funcional de la pantalla para poder visualizar e interactuar con el proceso.

CX-Programmer, el software de programación que se utiliza para todas las series de PLC de Omron, está integrado en el conjunto de programas CX-One.

- Integrado en CX-One, el conjunto de programas universal de Omron.
- Conexión automática mediante enlaces USB o serie.
- Pantallas de configuración sencilla para todas las unidades de PLC.
- Herramientas de simulación de PLC incluidas, para realizar pruebas antes de la descarga del programa al PLC.

CX-Programmer permite trabajar con Estructuras y *arrays*, temporizadores y contadores, entradas inteligentes, verificación de control de posición, diagramas funcionales secuenciales y texto estructurado.

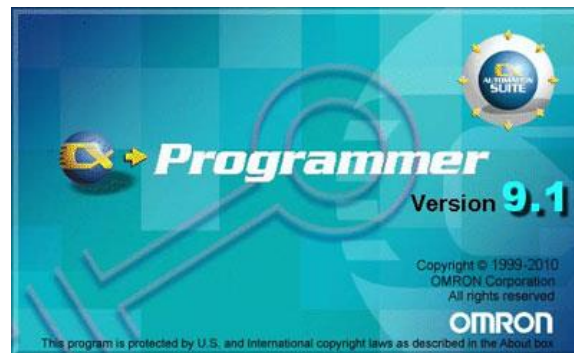


Ilustración 5: CX-PROGRAMMER

El CX-Supervisor es un software dedicado a todos los procesos relacionados con el control de máquinas y PC. Se utiliza en tareas de vigilancia y control.

CX-Supervisor permite crear aplicaciones con sus funciones y bibliotecas predefinidas. También nos permite generar un lenguaje de programación o *VBScript*. Importando componentes de *Active*, se pueden crear aplicaciones flexibles, aumentando su funcionalidad. Contiene librerías gráficas, soporte de imagen, simulación y mantenimiento remoto.



Ilustración 6: CX-SUPERVISOR

3.5 COMUNICACIONES AUTOMATA

Identificaremos las comunicaciones existentes entre las respectivas maquetas, el PLC y el PC.

3.5.1. CONEXIÓN MAQUETA-AUTOMATA

Enlazamos el puerto de comunicaciones de las maquetas con el autómata mediante el conector *Tipo DB37*. Este conector se ha adoptado como estándar en el departamento para facilitar el intercambio de equipos de control con el PLC, realmente en una automatización real esta conexión no se realizaría ya que las conexiones se harían directamente entre el módulo de E/S y el *hardware*, sin conectores adicionales.

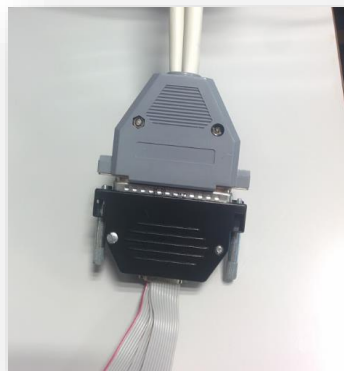


Ilustración 7: CONEXIÓN MAQUETA-PLC

La placa de entradas y salidas queda comunicada con el módulo de E/S mediante esta conexión.

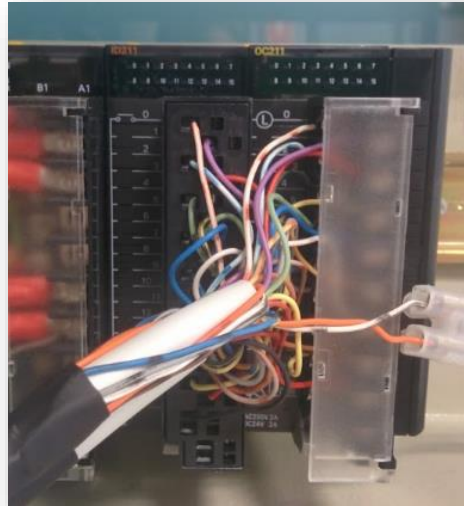


Ilustración 8: MANGUERA 20 X 0.22mm

Utilizamos la manguera de veinte hilos de 0.22 mm con apantallamiento conseguimos interconectar el PLC a la placa de las maquetas y al PC.

3.5.2 CONEXIÓN AUTÓMATA-PC

Para la comunicación entre el autómata y el PC utilizamos la red *Ethernet/IP*. Este es un sistema basado en el “Protocolo de control e información”, *Ethernet/IP* es un sistema integrado completo, desde la pantalla industrial hasta la red central de la empresa, asegurando la interconexión mediante el cable de conexión de toda la red.

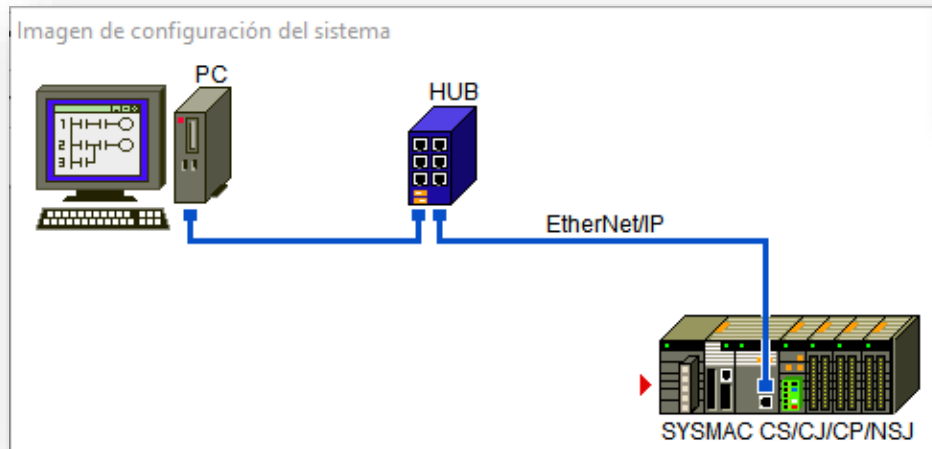


Ilustración 9: AUTÓMATA - PC

3.5.3 CONEXIÓN AUTÓMATA-PC-MAQUETAS

La interconexión mediante la red *Ethernet/IP* entre las diferentes maquetas se ha realizado con tres PLC distintos debido al reducido módulo de E/S. Al utilizar *Ethernet/IP* todo el sistema queda interconectado y podemos utilizar simultáneamente las E/S de los tres módulos en el entorno SCADA. Además al ser un proceso industrial real, cada línea o proceso lleva su propio sistema de control y lo que hacemos es completar la sincronización entre ellos. De este modo, si “cae” una estación, el resto funcionara de forma aislada.

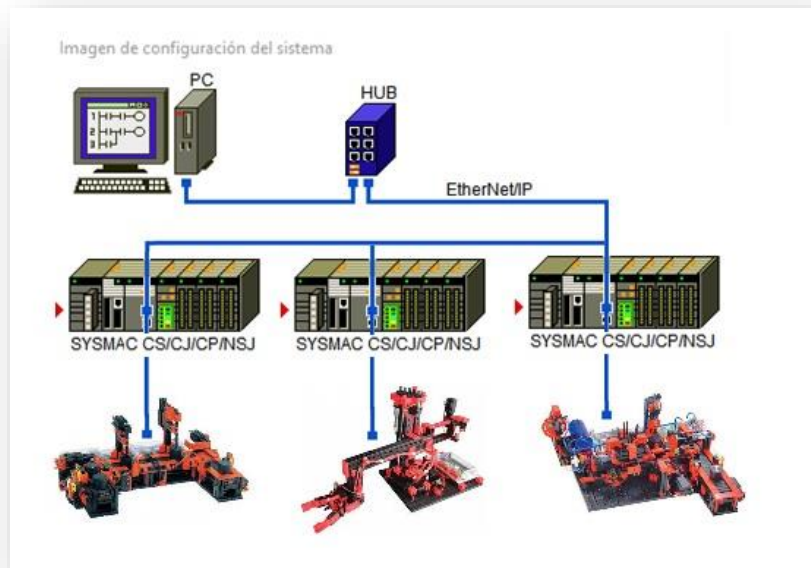


Ilustración 10: AUTÓMATA - PC - MAQUETA

3.6 INGENIERIA DEL PROYECTO

En esta sección vamos a describir la parte física de la que se compone el trabajo, la maquinaria a modo de maqueta que representa el proceso y nos ayuda a visualizar como sería el acabado del proyecto real.

Contamos con tres maquetas diferentes de la marca *Fischer Technik*.

Línea de indexado con dos estaciones de mecanizado (*ref 96790*). Trata de una cinta transportadora ensamblada en forma de “U”, se ha utilizado un transporte intermitente para el traslado de las piezas sobre ella, y las dos paradas en cada puesto de mecanizado para las diferentes piezas de trabajo.

Contiene dos estaciones de mecanizado, cuatro cintas transportadoras, ocho motores de corriente continua (DC), cuatro finales de carrera y cinco barreras luminosas que emulan el funcionamiento de sensores de presencia mediante un fototransistor y una bombilla en la punta de la lente. Toda la maqueta funciona a 24 V. Las dimensiones totales de la maqueta son de 475×450×270 mm. Contiene nueve entradas digitales, diez salidas a 24 V

con seis motores con una sola dirección de rotación y dos motores bidireccionales con giro a izquierdas y derechas.

El proceso que simula dicha línea de indexado es simple, consta de una entrada de pieza y una salida de piezas fijas, la pieza avanza por las cintas hasta los empujadores los cuales la cambian de cinta, continua con la parada en los dos puntos de mecanizado y finaliza en la última cinta a la espera de que el brazo robot la recoja. Las piezas van entrando y siendo mecanizadas continuamente con el tiempo necesario de recorrido para que el brazo vuelva para poder seguir recojiéndolas, si introducimos una pieza y no ha transcurrido el tiempo necesario para que el robot esté disponible, la pieza permanecerá en posición hasta que finalice el tiempo de proceso del robot y este vuelva a estar disponible.



Ilustración 11: LÍNEA INDEXADA CON DOS UNIDADES DE MECANIZADO

La siguiente maqueta en el proceso es el Robot de tres ejes con dispositivo de agarre (brazo robot) (*ref 511938*). Este mecanismo contiene tres grados de libertad, el Eje A con 180° de rotación, el Eje B con desplazamiento delantero y trasero consta de 90 mm y por último el Eje C con desplazamiento arriba y debajo de 150 mm . Por la parte más técnica tiene cuatro motores de corriente continua (CC) de los cuales dos con encoder magnético integrado con una frecuencia de pulsos de 1 kHz , cuatro finales de carrera con dos sensores de pulsos para la medición de recorrido, ocho entradas digitales y ocho salidas a 24 V con cuatro motores en sentido horario (giro a la izquierda) y por ultimo una placa de relé para la inversión de la polaridad del motor.

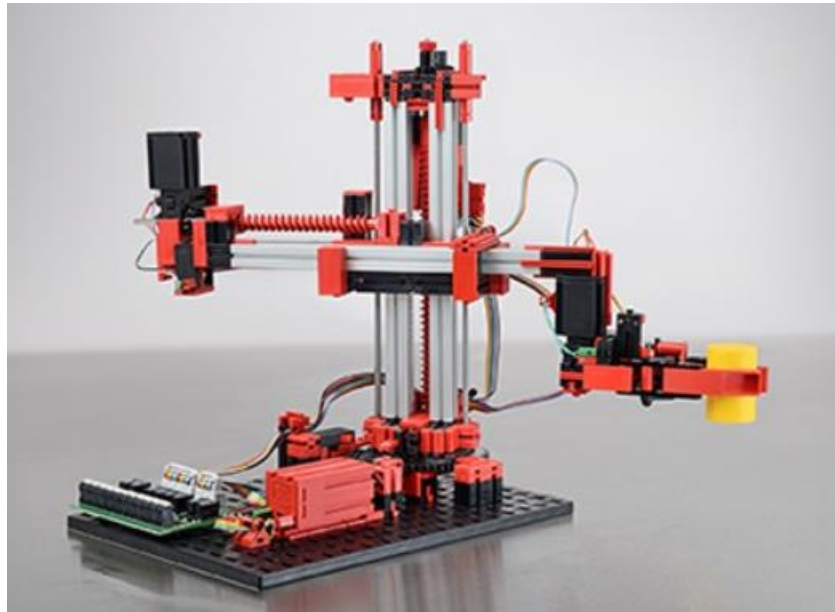


Ilustración 12: 3D - ROBOT TX

Para finalizar nuestro proceso tenemos la tercera y última maqueta, un centro de mecanizado con compartimento para piezas, mesa giratoria, estación de mecanizado, un compresor y la cinta transportadora que deposita la pieza ya finalizada para recogerla. Contiene un cilindro de doble acción y dos cilindros de acción simple, válvulas magnéticas de 4×3/2 vías y motores de corriente continua (CC), finales de carrera y fototransistores. Seis entradas digitales y seis salidas, todo ello alimentado a 24 V.



Ilustración 13: CENTRO NEUMÁTICO DE MECANIZADO

3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El enlace de las tres maquetas es el siguiente:

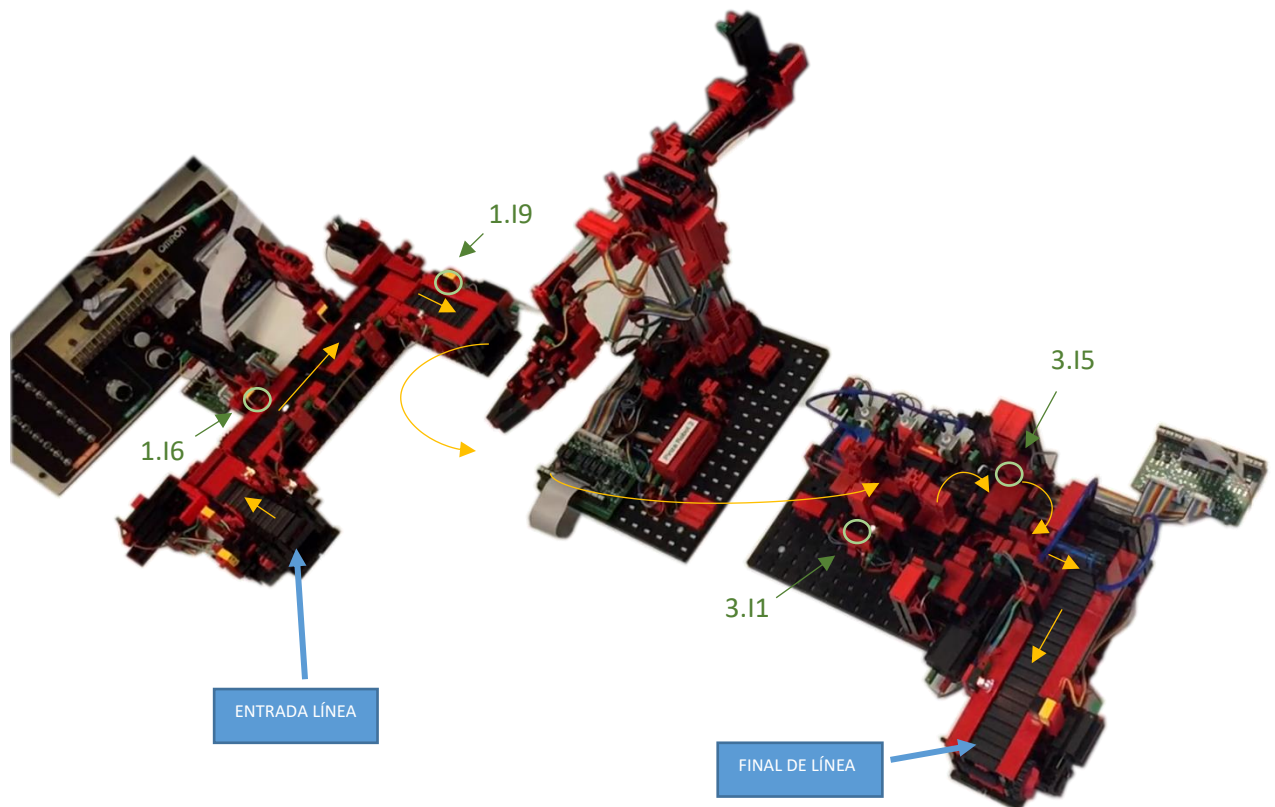


Ilustración 14: PROCESO COMPLETO

Se puede observar que el proceso comienza en la línea de indexado, introduciremos la pieza por la entrada de línea y las cintas se encargan de trasladarla por todo el proceso. En la línea de indexado la pieza es sometida a dos procesos de mecanizado y posteriormente continua para poder ser recogida por el brazo robot. La pinza recogerá pieza cuando el sensor 3.19 este leyendo pieza, para asegurar que no recoge en vacío, el brazo mediante sus tres ejes, sujeta la pieza con la pinza y rota hasta posicionarse justo en la entrada del compartimento del centro de mecanizado donde se centra mediante unas varillas, para entrar en la mesa de rotación en la posición correcta, una vez en la mesa de

rotación la pieza rota por la estampadora hasta llegar al cilindro de doble efecto que la desplazara hasta la cinta transportadora que finaliza todo el proceso.

Hay que añadir que dicho proceso se repite tantas veces como especifiquemos en la aplicación, mediante la tabla de piezas, con un total de 9999, aunque ampliando los contadores podríamos alargarlo, piezas por proceso continuo. También es relevante saber que la frecuencia de entrada de piezas la marca el sensor de la primera estación de mecanizado de la línea de indexado, el sensor 1.I6, siempre y cuando la pieza anterior este, como mínimo, en la primera estación de mecanizado 1.I9.

El proceso completo finaliza cuando la última pieza, marcada por “El pedido” finaliza el tarea. Seguidamente a la finalización de dicho pedido se produce un apagado de las máquinas para garantizar una seguridad al recoger las piezas.

3.8 DESCRIPCIÓN DE SCADA

En la aplicación el primer entorno que inicia es la pantalla “General”, la cual nos da opción a un seguimiento visual de la estación en la que está el proceso mediante los indicadores led. El inicio del procesado comienza con la introducción del número total de piezas a realizar, el cual se introduce en la ventana de *control* mediante el *Numeric Keypad*, el número total por proceso continuo no puede superar a las 9999 piezas. Podremos resetear el proceso tantas veces como queramos, con el interruptor *Reset*, el cual nos permite volver a realizar un pedido una vez finalizado o no el anterior.

En la página general encontramos el interruptor de encendido *ON/OFF* global del conjunto total de producción y una seta de emergencia para cualquier incidente producido en el proceso, que detiene inmediatamente la producción y el movimiento de maquinaria dando opción después a reanudar el pedido o volver a comenzar de cero, dependiendo de la gravedad de la incidencia.

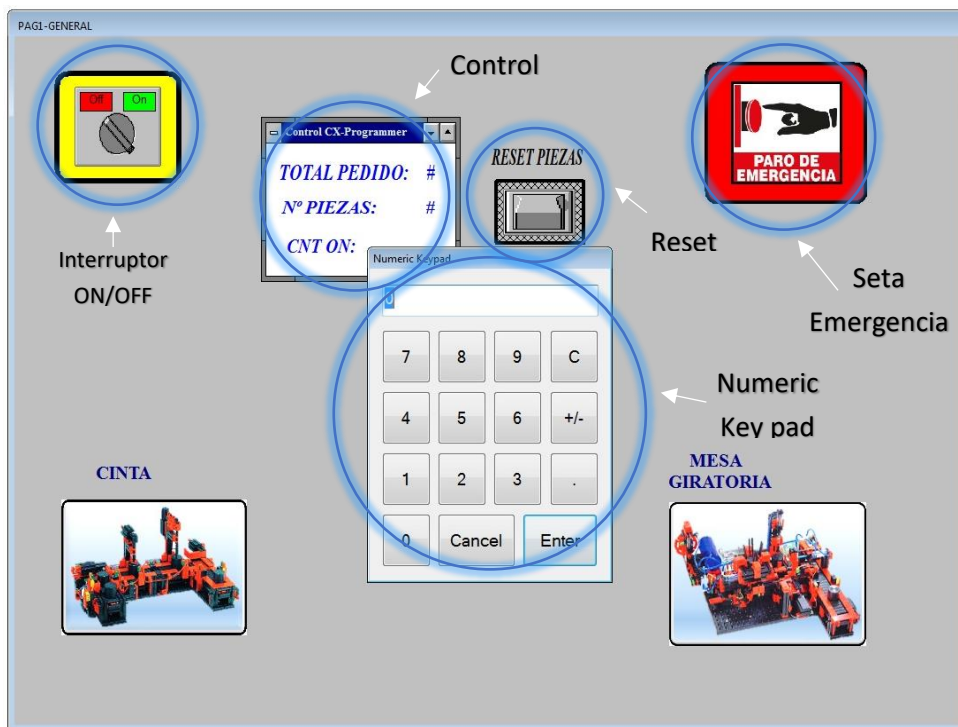


Ilustración 15: SCADA - GENERAL

A través de esta ventana general podemos abrir las tres ventanas emergentes de control de proceso específico. Pudiendo controlar y observar por separado el proceso en los tres bloques de modelado de la pieza. Seleccionando el proceso específico.

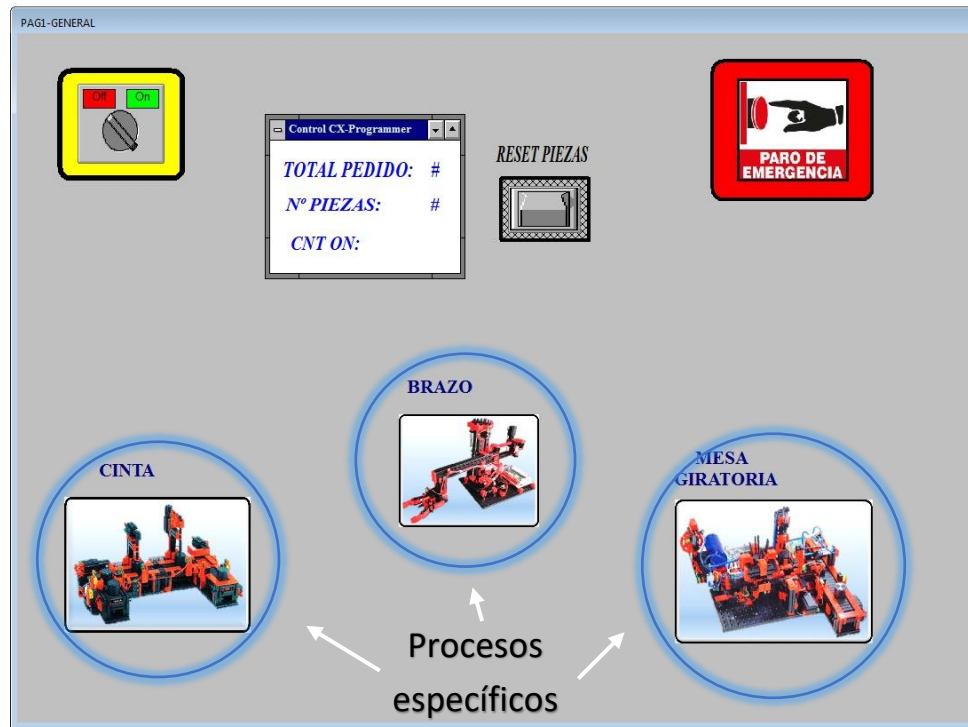


Ilustración 16: SCADA - GENERAL

En la ventana Cinta, controlamos y observamos el movimiento lineal de la pieza en dirección a las dos estaciones de mecanizado. El primer sensor detecta y chequea la pieza, mediante un desviador mecánico vamos cambiando de cinta transportadora y avanzamos en el mecanizado. El primer conjunto de procesos cuenta con 4 cintas transportadoras, dos desviadores mecánicos y dos estaciones de modelado.

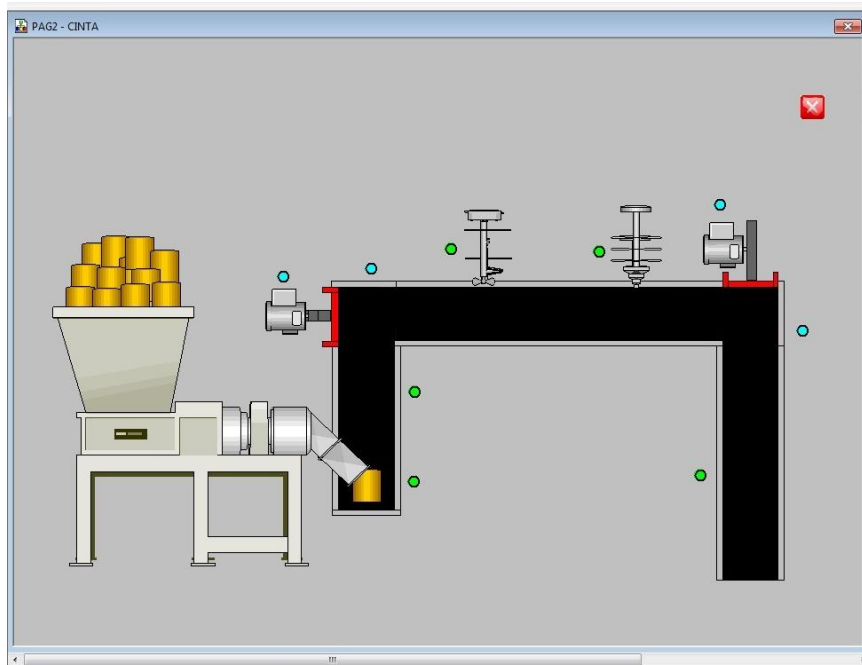


Ilustración 17: SCADA - PROCESO CINTA

En la segunda ventana, el brazo mecánico transporta la pieza del final de la línea 1, línea de la cinta, hasta la entrada de la mesa giratoria. El brazo tiene ángulo de giro aproximado a 225° con 40 cm de margen de movimiento, desde la posición más baja hasta la más alta.

La pinza genera una fuerza de agarre proporcional a la dimensión y el peso. El transporte de la pieza se realiza seguidamente, conforme va avanzando el proceso. Con esto finalizamos la segunda fase del proceso completo.

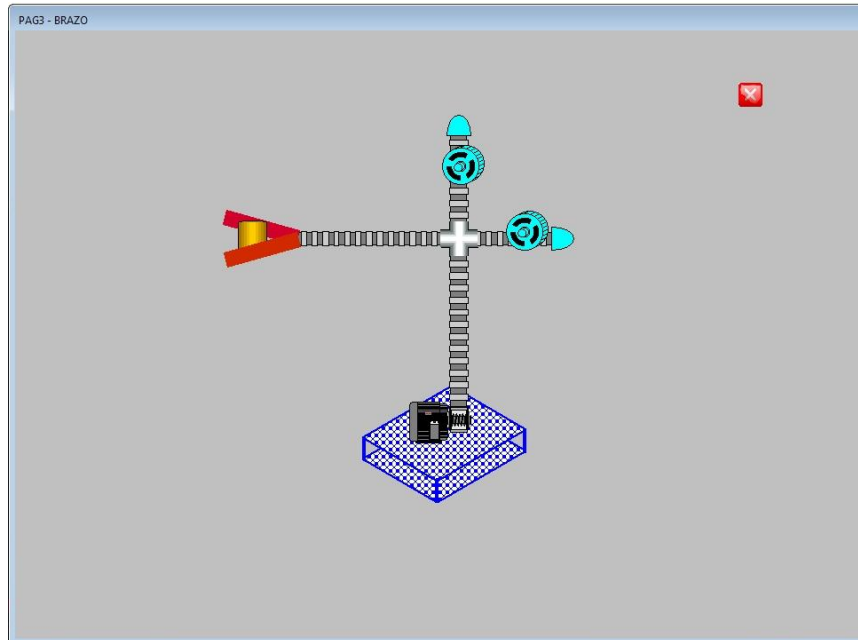


Ilustración 18: SCADA - PROCESO BRAZO

La última fase que completa el proceso de mecanizado de esta línea la realiza la mesa giratoria con la estación de estampación y comprobación de que todo está correcto.

La mesa gira en el sentido de la agujas del reloj, mediante la entrada de embudo depositamos la pieza en la entrada de la mesa, con un empujador mecánico introducimos la pieza en la primera fase de la mesa, la mesa gira acorde a las órdenes de los sensores, pasando por la estampadora y finalizando en el cilindro de doble efecto que introduce la pieza en el último tramo de cinta transportadora, la cual transporta la pieza al final de todo el proceso.

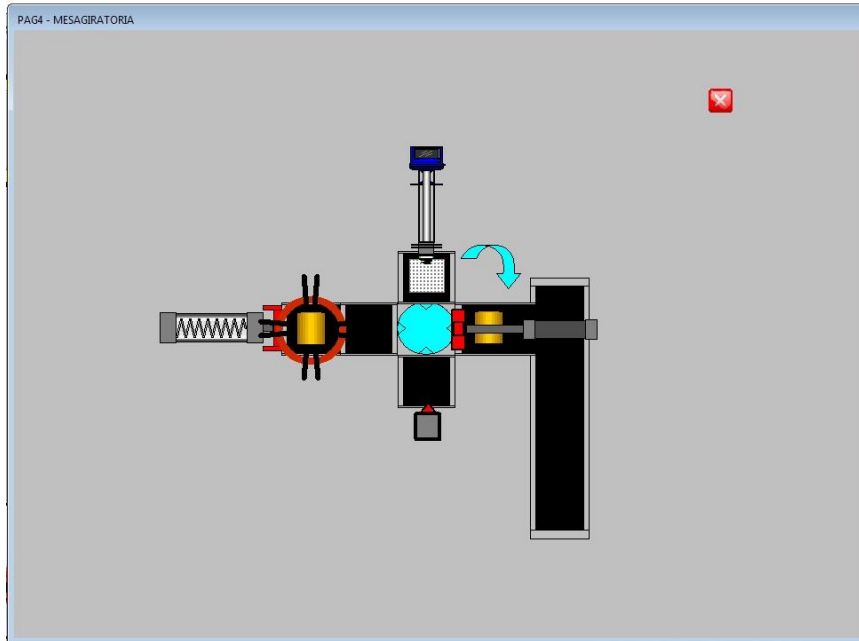


Ilustración 19: SCADA - PROCESO MESA

El proceso se da por finalizado cuando termina con el número total de piezas introducido en el *Numeric Keypad*.

En la ventana principal, mediante unos señalizadores led podemos ir visualizando el avance del proceso sin necesidad de abrir las ventanas emergentes.

A parte cada sensor señala su funcionamiento, señalizando en verde si está en activo y el posicionamiento de los cilindros y los pistones.

3.9 DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN

La programación de dicho proyecto se ha hecho de una manera fácil, intuitiva y ordenada, con motivo de facilitar el trabajo. El *software* está diseñado para detectar cualquier imprevisto que pueda suceder, detiene el proceso inmediatamente para garantizar la seguridad del operario.

3.9.1 DIAGRAMA DE FLUJOS SCADA

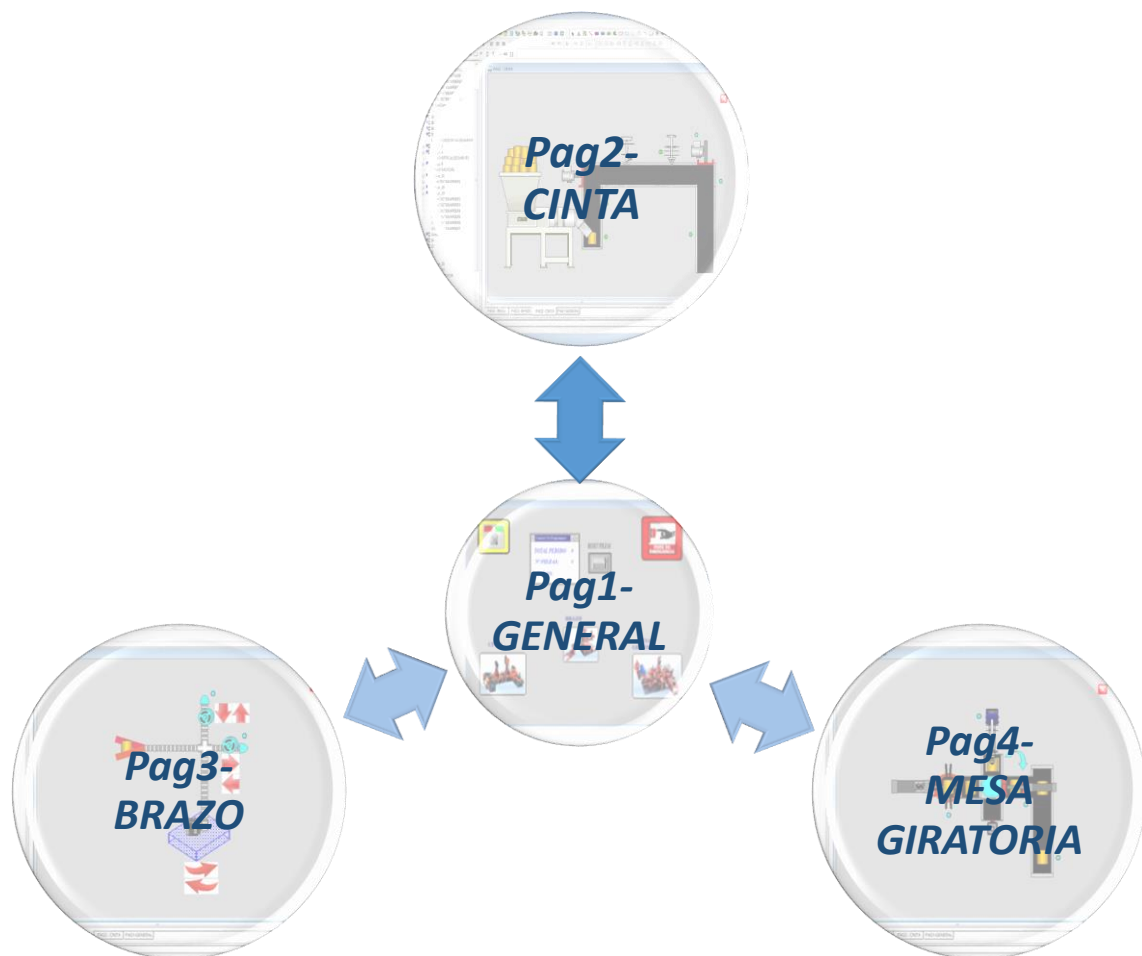
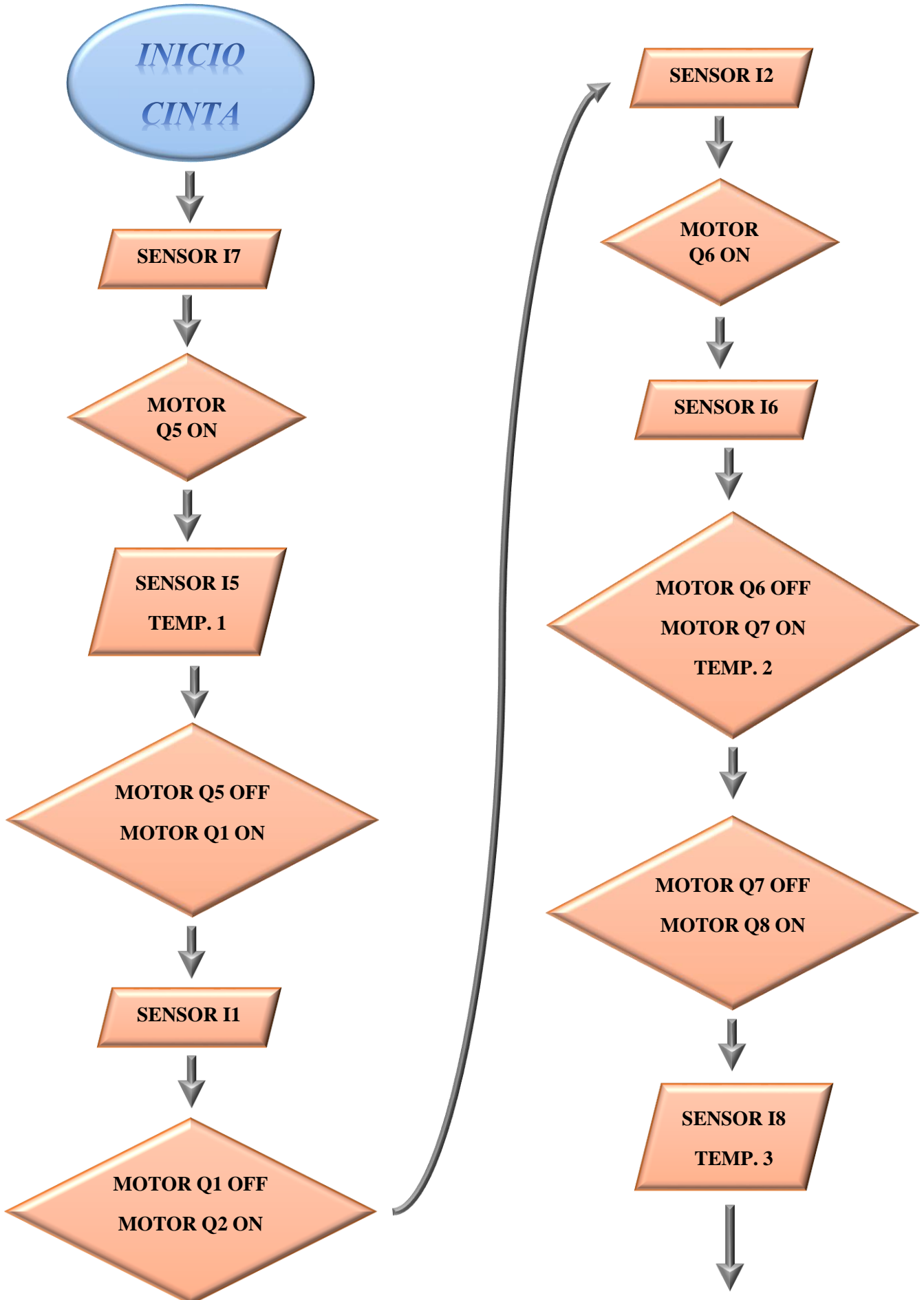
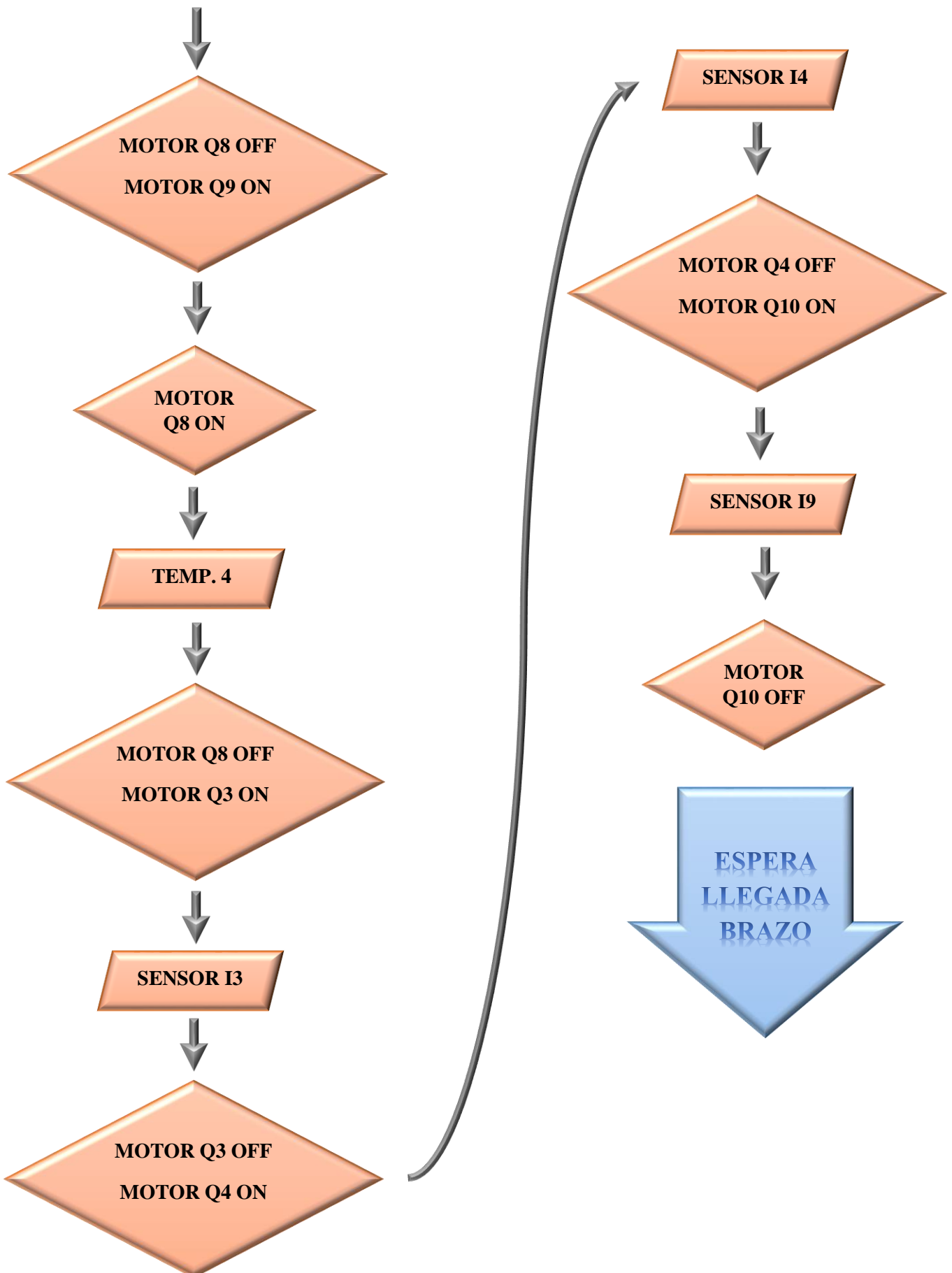


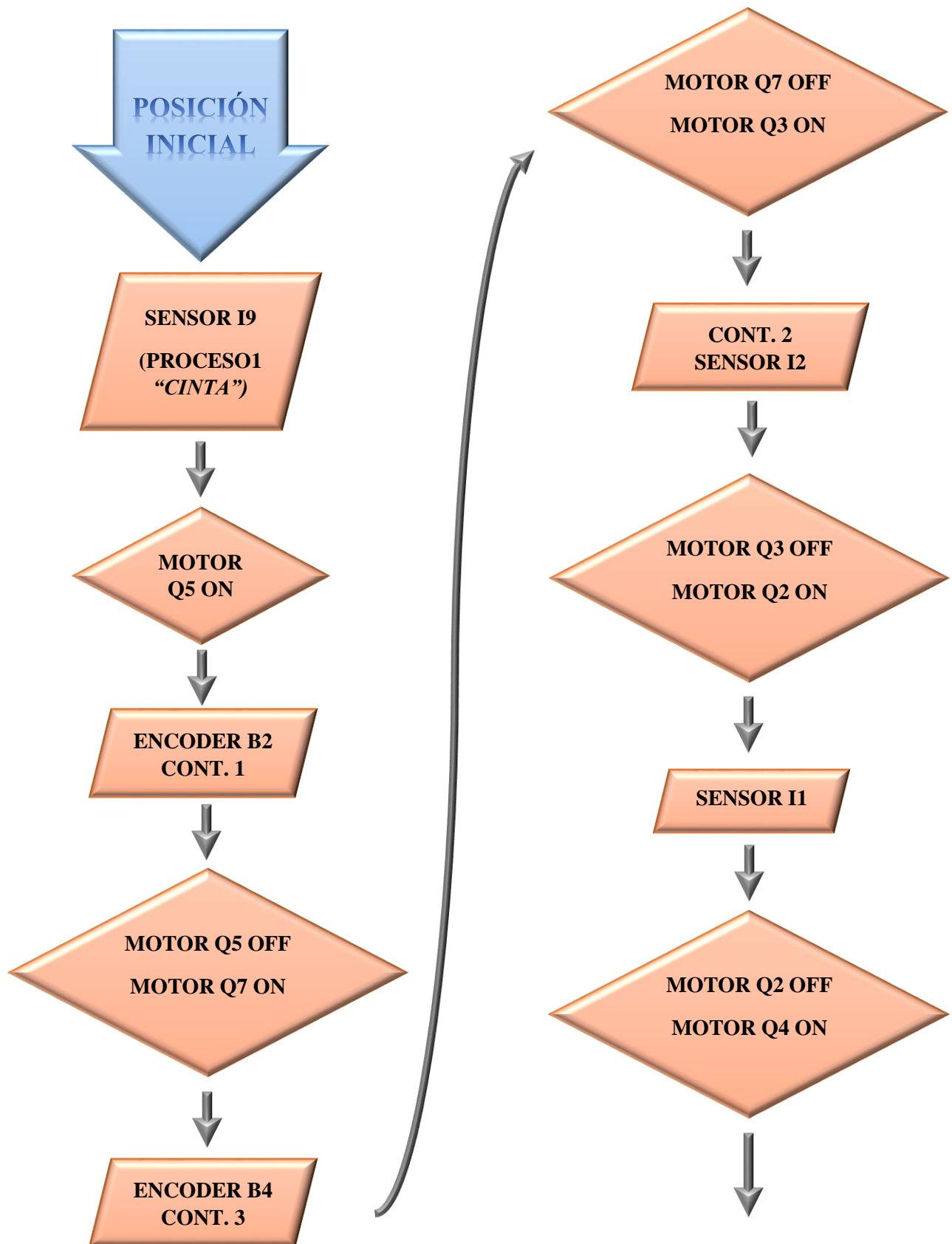
Ilustración 20: DIAGRAMA SCADA

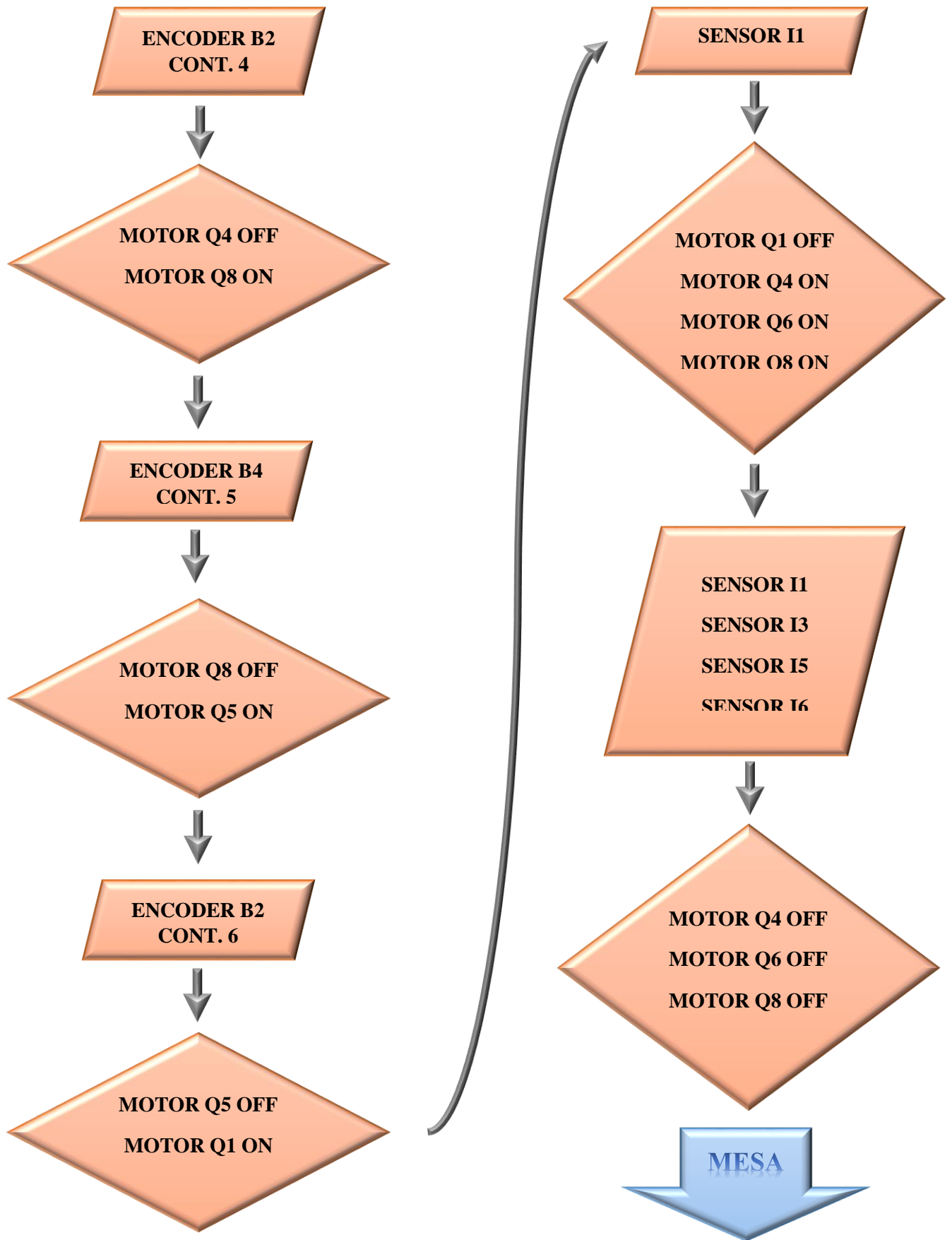
3.9.2 DIAGRAMA DE FLUJOS “LÍNEA DE INDEXADO”



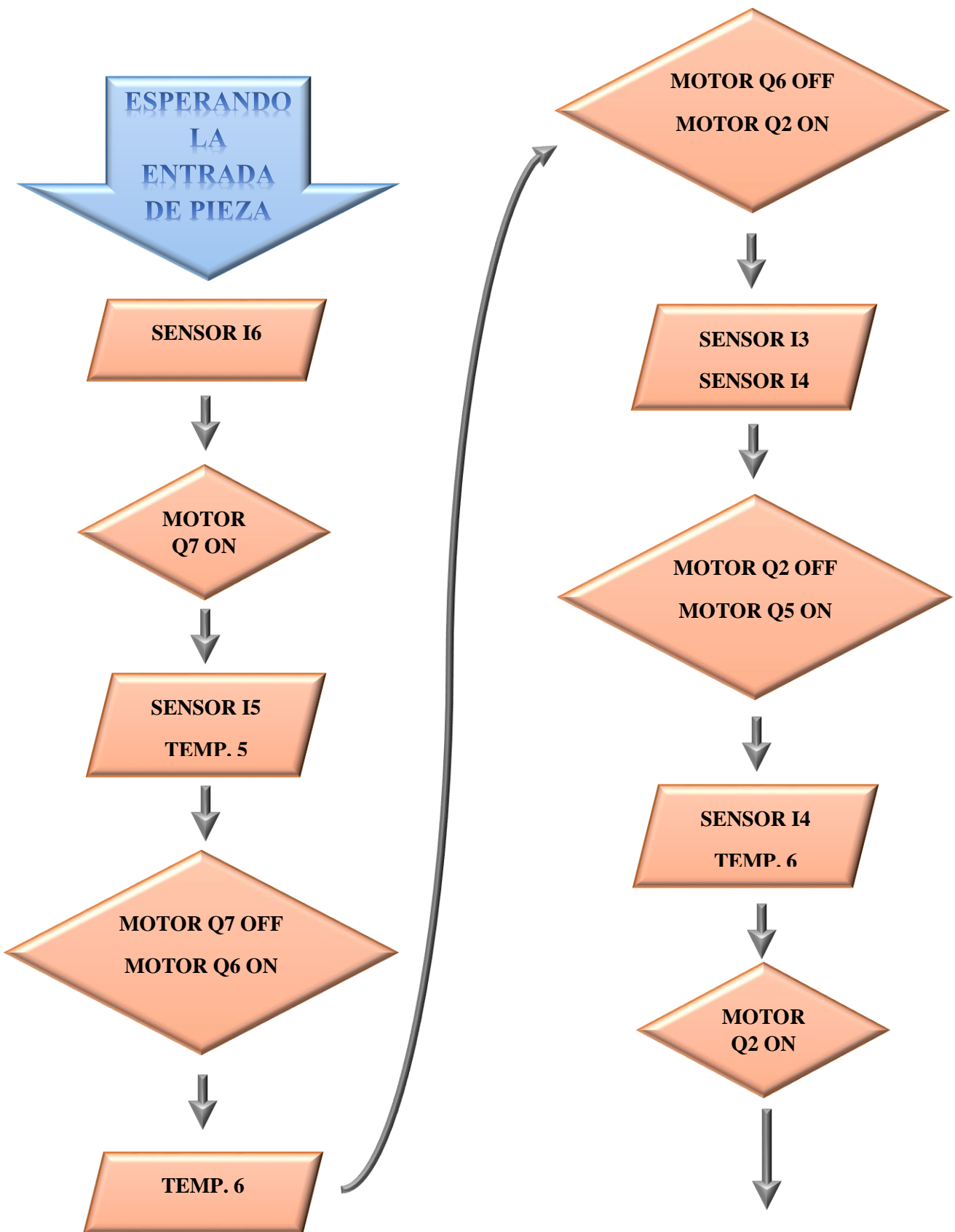


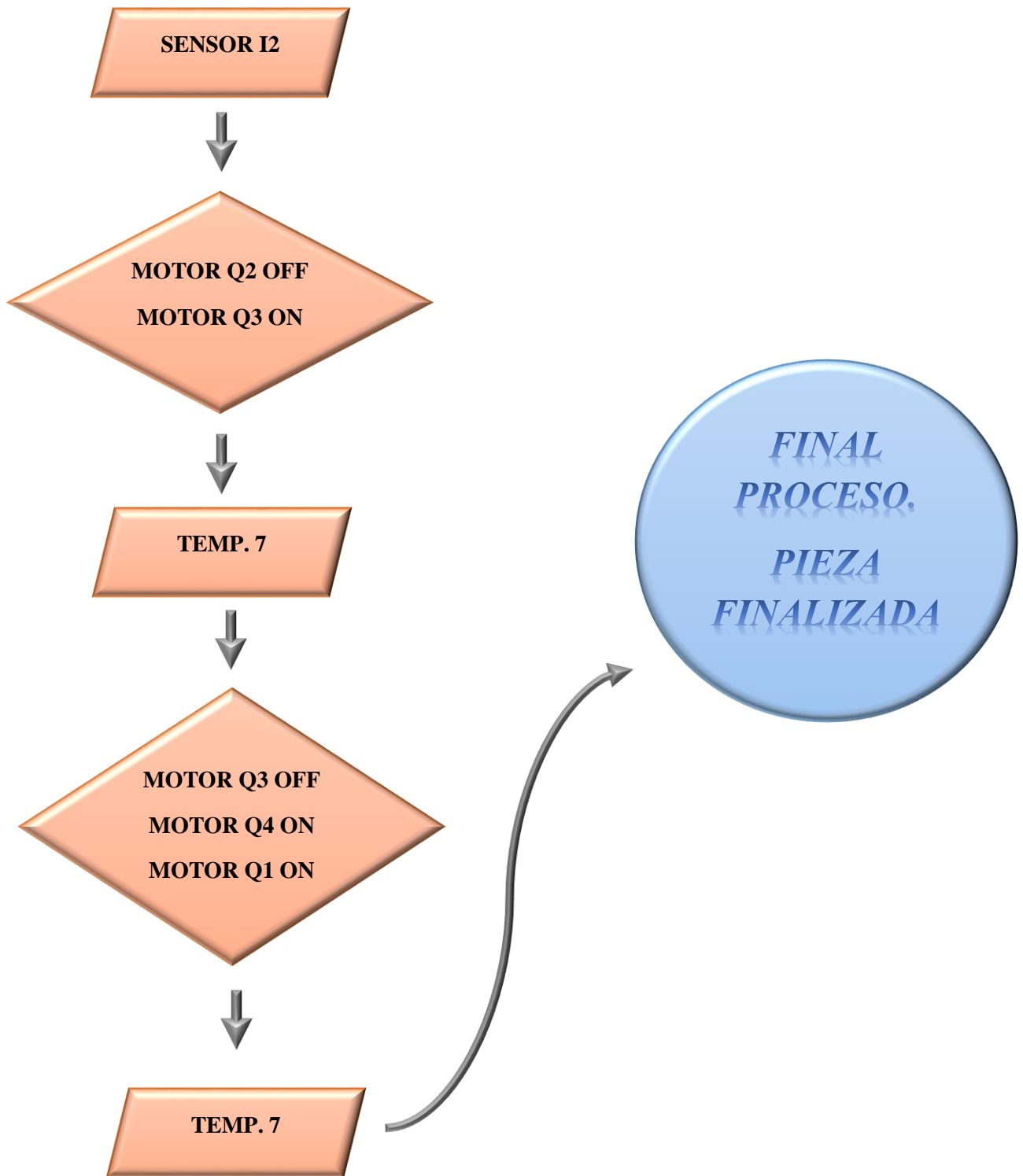
3.9.3 DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO "3-D-ROBOT TX"



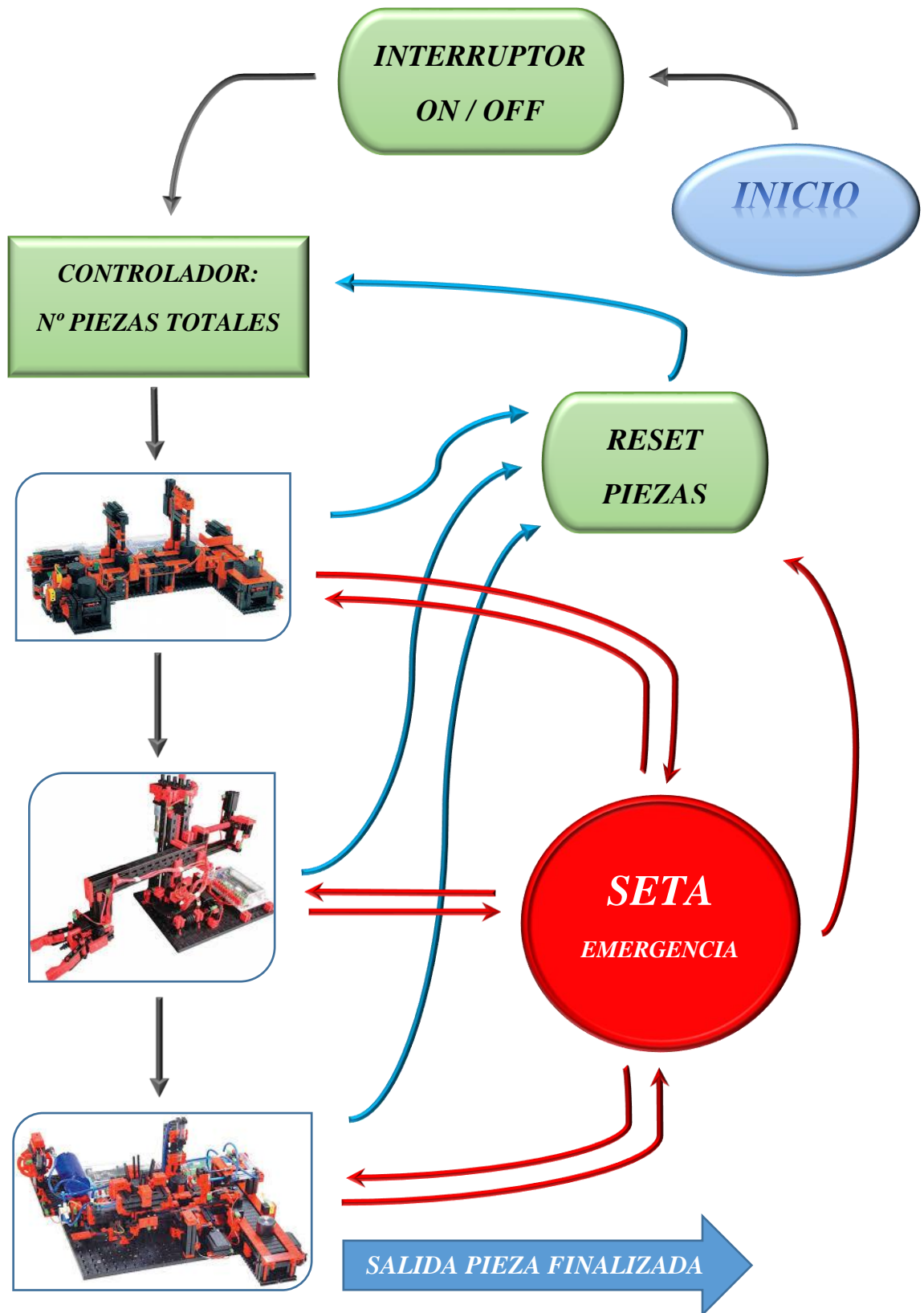


3.9.4 DIAGRAMA DE FLUJOS PROCESO “CENTRO NEUMÁTICO”





3.9.5 DIAGRAMA DE FLUJOS. INTERCONEXIÓN SCADA - MAQUETAS



3.10 CONCLUSIONES

Para concluir este trabajo final de grado he realizado una valoración de los fundamentos teórico y prácticos obtenidos durante estos cuatro años que me han servido para poder programar y redactar este proyecto. Realizando este trabajo he podido comprender en mayor amplitud el funcionamiento de estas tecnologías industriales, que a su vez son las más utilizadas en este campo, así como haber seguido desarrollando capacidades de síntesis, diseño, implementación, puesta a punto, programación, identificación y reparación de averías, diagnóstico de fallos y elaboración de la documentación técnica necesaria para la composición global de este proyecto.

He intentado la mayor similitud posible en este proyecto para un uso real de una industria interesada en automatizar un sector de ella, sin dejarnos a un lado las limitaciones tenidas durante toda la realización de este trabajo.

Por otro lado, el lado más educativo de este fin, puedo decir que quedo totalmente satisfecha con la elaboración y el afianzamiento de los conocimientos asimilados antes, durante y posteriormente al comienzo de este TFG.

4. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO

<i>4. PLIEGO DE CONDICIONES</i>	50
<i>4.1 DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES</i>	54
<i>4.1.1 OBJETO DEL PLIEGO</i>	54
<i>4.1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MONTAJE</i>	54
<i>4.2 CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL</i>	55
<i>4.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES</i>	56
<i>4.4 ORDENADOR PERSONAL</i>	56
<i>4.5 ESTUDIOS DE LEGISLACIÓN</i>	58

4.1 DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

4.1.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente pliego de condiciones tiene como objetivo agrupar las diferentes condiciones técnicas que se debe seguir para una correcta realización del proyecto mostrado en este documento.

El objetivo del trabajo final de grado reunido en este documento es el diseño, implementación y control de tres maquetas distintas, descritas anteriormente, del fabricante *Fischertechnik* con la interconexión entre ellas con *Ethernet* y gobernadas desde el programa SCADA.

En distintos momentos se pueden tomar soluciones diferentes a las expuestas en dichos documentos, por la propia naturaleza y el desarrollo tecnológico del mismo, siempre que se aleguen dichas soluciones sin que ello disminuya la funcionalidad inicialmente requerida.

4.1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MONTAJE

El orden de ejecución para realizar el proyecto queda reflejado en la siguiente lista:

1. Adquisición de las tres maquetas correspondientes a la ejecución total del proceso de mecanizado, suministradas por el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.
2. Montaje de tres maquetas consecutivas de mecanizado del fabricante *Fischertechnik*.
3. Montaje de cada PLC con sus módulos correspondientes y necesarios para cada maqueta, si tuviéramos herramientas podría usarse el mismo PLC para las tres maquetas.
4. Calibración de los empujadores, finales de carrera y sensores de los mimos.

5. Conexión de las maquetas a los PLC correspondientes.
6. Interconexión y visualización de entradas y salidas.
7. Realización y entorno de los programas utilizados para el control del proceso.
8. Programación del PLC.
9. Comprobación del correcto funcionamiento de las entradas y salidas de las maquetas y comprobación de la interconexión de dichas maquetas.
10. Comprobación global del correcto funcionamiento PLC-maquetas.
11. Comprobación del correcto funcionamiento de programación utilizado para gobernar las maquetas.

El encargado de la realización del proyecto debe ser un profesional cualificado capaz de resolver cualquier problema en cuanto a errores de programación, errores de maquinaria o errores referidos al PLC y buscar posibles soluciones para los errores de conexión. En resumen el ingeniero encargado del proyecto tiene que ser capaz de gestionar sus recursos y utilizarlos para sacarles el máximo rendimiento posible.

4.2 CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

Si durante la realización del proyecto surge algún tipo de fallo en algún material y se tuviera que reemplazar por cualquier motivo, se tendría que sustituir por uno de las mismas características y siempre con la supervisión del encargado del proyecto. Si se produce algún fallo la responsabilidad recae sobre la persona que lo haya ejecutado sin la correcta autorización.

El proyecto debe de cumplir la normativa vigente impuesta para este tipo de proyecto de automatización industrial.

4.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Como los materiales que se utilizan en el presente proyecto son materiales normalizados, no presentan problemas para ser obtenidos.

Dichos productos no se podrán cambiar por otros de distintas marcas aunque posean las mismas características, por motivos de incompatibilidad de los programas utilizados. En caso de no poder evitar la utilización de productos de distinta característica a los nombrados en este documento, se deberá modificar y adaptar los programas a dichos productos para conseguir el correcto funcionamiento. El director del proyecto no se responsabiliza del mal funcionamiento, ya que no son usados los materiales aquí expuestos. Dado que los autómatas son de una marca conocida y valorada en el sector de la automatización industrial no debería ser un impedimento conseguir recambios de materiales con las mismas características.

4.4 ORDENADOR PERSONAL

Para un correcto funcionamiento del proyecto se piden unos requisitos mínimos tanto de hardware como de software del computador que se utilizara para la programación.

Dicha parte es importante para el correcto funcionamiento del proceso, debido a que la comunicación entre el PC y el PLC debe ser correcta.

En este caso se va a utilizar un ordenador de sobremesa el cual ha sido proporcionado para realizar dicho proyecto, con él se llevara a cabo el traspaso del programa de PC a PLC para comprobar su funcionamiento, y posteriormente el control mediante el SCADA.

Las características mínimas para garantizar el correcto y fluido funcionamiento del proceso en cuanto se refiere al PC son:

✚ CARACTERÍSTICAS DE *HARDWARE*:

- Microprocesador Pentium II con velocidad de reloj de 333MHz o superior.
- Memoria RAM 256MB como mínimo.
- Disco duro de 2GB como mínimo.
- Conexión a redes (*Ethernet*).
- Unidad de CD-ROM, DVD-ROM.
- Ratón y teclado.

✚ CARACTERÍSTICAS DE *SOFTWARE*:

- CX-Programmer.
- CX-Supervisor Developer.
- Sistema operativo Windows 2000 o superior.

PROGRAMER LOGIC CONTROLLER (PLC)

Las características del PLC se han descrito anteriormente en el punto “3.4.2 Elección del PLC”.

Cumplirá con las leyes de seguridad eléctrica certificadas, incluyendo las protecciones eléctricas:

- Cortocircuitos.
- Sobretensiones.
- Perturbaciones presentes en el laboratorio.
- Perturbaciones de red.
- Tensiones de red fuera de rango.

MAQUETAS UTILIZADAS FISCHERTECHNIK

Las características de las tres maquetas utilizadas en el proceso con dos estaciones de mecanizado y una de estampación se han descrito en el apartado “3.6 Ingeniería del proyecto”.

Se añaden que las maquetas no presentan peligro alguno para personas por partes punzantes o cortantes, por atrapamientos o por riesgo de electrificación o fibrilación.

4.5 ESTUDIOS DE LEGISLACIÓN

Se detallara a continuación toda aquella legislación que se tiene que tener en cuenta para la realización de dicho proyecto:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), así como la Guía Técnica asociada a éste.
- RD 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- RD 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico (y posteriores modificaciones por RD 154/95).
- RD y Normas UNE relativas al montaje, utilización y mantenimiento de autómatas.
- EN 62061:2005: Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos, y programables relativos a la seguridad.
- EN ISO 16484:2003: Automatización de edificios y sistemas de control.
- Norma IEC-1131 sobre la estandarización de los lenguajes de programación y sobre los diferentes tipos de autómatas programables y sus periféricos.
- Manual y Guía de Usuario del elemento de control.
- Manual de funcionamiento del software utilizado para la programación.

Antes de su montaje se comprobarán los materiales para evitar el mal funcionamiento de los mismos.

La legislación que debe llevarse a cabo para esas comprobaciones es la siguiente:

- UNE 20-512-74/2 “Fiabilidad de equipos y componentes electrónicos”.

- UNE 20-504-84 “Métodos de medida de las características antiparásita de filtros pasivos y otros dispositivos de perturbaciones radioeléctricas”.
- UNE 20-501-85/2 “Ensayos fundamentales, climáticos y de robustez”.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

✚ Referido a las maquetas: <http://www.fischertechnik.de/en/Home.aspx>

Cinta. Maqueta 1:

http://www.fischertechnik.de/en/desktopdefault.aspx/tabid-24/41_read-63/usetemplate-2_column_pano/

Brazo robot. Maqueta 2:

http://www.fischertechnik.de/en/desktopdefault.aspx/tabid-24/41_read-146/usetemplate-2_column_pano/

Mesa giratoria. Maqueta 3:

http://www.fischertechnik.de/en/desktopdefault.aspx/tabid-24/41_read-341/usetemplate-2_column_pano/

Documentaciones aportada por el tutor del proyecto.

✚ *Hardware y Software:*

<https://omron.es/es/home>

<https://industrial.omron.es/es/products/programmable-logic-controllers>

https://industrial.omron.es/es/products/cj-power-supplies#specifications_ordering_info

https://industrial.omron.es/es/products/cj-digital-io-units#specifications_ordering_info

<https://industrial.omron.es/es/products/cx-programmer>

<https://industrial.omron.es/es/products/cx-supervisor>

Documentación aportada por el tutor del proyecto.

✚ Referente al entorno y programación:

www.upv.es >> PoliformaT >> Automática Básica (documentación aportada por la asignatura).

www.upv.es >> PoliformaT >> Sistemas de Producción Industrial (documentación aportada por la asignatura).

www.upv.es >> PoliformaT >> Automatización Industrial (documentación aportada por la asignatura).

www.upv.es >> PoliformaT >> Sistemas Robotizados (documentación aportada por la asignatura).

www.upv.es >> PoliformaT >> Instalaciones Electroneumáticas (documentación aportada por la asignatura).

 Otros:

<http://www.tecnodidactica.pe/index.php/catalogsearch/result/index/?dir=desc&limit=all&mode=list&order=manufacturer&q=MOTOR>

Libro: Programación de autómatas: Introducción al Grafcet.

6. PRESUPUESTO

El presupuesto englobará el coste total, teniendo en cuenta que es un proyecto con fines didácticos con lo que no contaremos con los precios de la maquinaria, solo tendremos en cuenta el material utilizado en el aula.

Para una visualización más óptima desglosaremos el presupuesto en varias partes y sumaremos todo para obtener el presupuesto total.

6.1 HARDWARE

Presupuesto dirigido a los componentes *hardware* utilizados:

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	€/UNID.	€/TOTAL
Monitor	Ordenador sobremesa	1	150€	150€
Ratón y teclado	Ordenador sobremesa	1	40€	40€
Torre	Ordenador sobremesa	1	500€	500€
Maqueta 1 (Cinta)	FischerTechnik	1	900€	900€
Maqueta 2 (Brazo)	FischerTechnik	1	700€	700€
Maqueta 3 (Mesa)	FischerTechnik	1	900€	900€
CPU	CJ2M Omron	1	639.55€	639.55€
Fuente de alimentación	CJ1W-PA202 Omron	1	164.55€	164.55€
Módulo de expansión	CJ1W-ID211 Omron	1	280.73€	280.73€
Módulo E/S	CJ1W-OC211 Omron	1	494.19€	494.19€
TOTAL HARDWARE				4.769,02 €

Tabla 1: PRESUPUESTO HARDWARE

6.2 SOFTWARE

Parte del proyecto referente a la parte *software* utilizada:

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	€/UNID.	€/TOTAL
CX-One	Entorno programación	1	1616.40€	1616.40 €
CX-Supervisor	Entorno programación	1	1237.50€	1237.50 €
TOTAL SOFTWARE				2.853,90 €

Tabla 2: PRESUPUESTO SOFTWARE

6.3 RECURSOS HUMANOS

El recurso humano que hemos utilizado en este proyecto es referido a la ingeniera encargada de la programación y redacción de este TFG. Queda excluido el proceso de montaje de la maqueta ya que no es relevante.

Analizando el proyecto y el trabajo desempeñado valoraremos el precio por hora del trabajo del ingeniero en 25€.

TAREA	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	€/HORA	€/TOTAL
Análisis	Determinar la cuantía del proyecto.	6	25	150 €
CX-Programmer	Programación (Grafcet y Ladder).	50	25	1250 €
CX-Supervisor	Controlador de equipos.	35	25	875 €
Implementación	De las diferentes partes.	15	25	375 €
Análisis final	Comprobación del proceso.	5	25	125 €

TOTAL RECURSO HUMANO	2.775 €
-----------------------------	----------------

Tabla 3: PRESUPUESTO RECURSOS HUMANOS

6.4 COSTE TOTAL DEL PROYECTO

A continuación obtendremos el coste final teniendo en cuenta todos los factores contemplados para la realización de dicho proyecto.

CONCEPTO	PRECIO (€)
<i>Hardware</i>	4.769 €
<i>Software</i>	2.853,90 €
Recurso humano	2.775 €
COSTE TOTAL	10.397,90 €

Tabla 4: PRESUPUESTO TOTAL

7. ANEXOS

ANEXO I: TABLAS ENTRADAS/SALIDAS

Maqueta 1.

Línea indexada con dos estaciones de mecanizado.

ENTRADA	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN OMRON
I1	Final de carrera frontal del empujador 1	1.00
I2	Final de carrera trasera del empujador 1	1.01
I3	Final de carrera frontal del empujador 2	1.02
I4	Final de carrera trasera del empujador 2	1.03
I5	Fototransistor empujador 1	1.04
I6	Fototransistor fresadora	1.05
I7	Fototransistor estación de carga	1.06
I8	Fototransistor taladradora	1.07
I9	Fototransistor cinta transportadora de salida	1.08

Tabla 5: ENTRADAS LÍNEA INDEXADO

SALIDA	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN OMRON
Q1	Motor empujador 1 (salida)	1.0
Q2	Motor empujador 1 (retroceso)	1.1
Q3	Motor empujador 2 (salida)	1.2
Q4	Motor empujador 2 (retroceso)	1.3
Q5	Motor alimentación cinta transportadora	1.4
Q6	Motor cinta transportadora (fresadora)	1.5
Q7	Motor fresadora	1.6
Q8	Motor cinta transportadora (taladradora)	1.7
Q9	Motor taladradora	1.8
Q10	Motor cinta transportadora de salida	1.9
Q11	Habilitación de los sensores y empujadores	1.10

Tabla 6: SALIDAS LÍNEA INDEXADO

Maqueta 2.

3-D-Robot TX.

ENTRADA	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN OMRON
I10	Final de carrera referencia pinza	1.00
I12	Contador pulsos pinza	1.01
I13	Final de carrera referente al brazo de agarre	1.02
I14	Contador de pulsos del brazo de agarre	1.03
I15	Final de carrera referente al sentido vertical	1.04
I16	Final de carrera referente al sentido de giro	1.05
B1	Sentido movimiento vertical	1.06
B2	Pulsos encoder movimiento vertical	1.07
B3	Sentido movimiento de giro	1.08
B4	Pulsos encoder movimiento giratorio	1.09

Tabla 7: ENTRADAS 3-D-Robot TX

SALIDA	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN OMRON
Q11	Motor apertura de la pinza	1.0
Q12	Motor cierre de la pinza	1.1
Q13	Motor brazo (salida)	1.2
Q14	Motor brazo (retroceso)	1.3
Q15	Motor movimiento vertical (abajo)	1.4
Q16	Motor movimiento vertical (arriba)	1.5
Q17	Motor movimiento giratorio (horario)	1.6
Q18	Motor movimiento giratorio (antihorario)	1.7

Tabla 8: SALIDAS 3-D-Robot TX

Maqueta 3.

Centro neumático de mecanizado.

ENTRADA	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN OMRON
I20	Fototransistor cinta transportadora	1.00
I22	Final de carrera intercambio mesa giratoria	1.01
I23	Final de carrera presa	1.02
I24	Final de carrera mesa giratoria	1.03
I25	Fototransistor entrada piezas	1.04
I26	Interruptor start/stop	1.05

Tabla 9: ENTRADAS CENTRO NEUMÁTICO

SALIDA	DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN OMRON
Q21	Motor cinta transportadora	1.2
Q22	Motor mesa giratoria	1.4
Q23	Salida cilindro intercambio de piezas	1.5
Q24	Entrada cilindro intercambio de piezas	1.6
Q25	Cilindro de la presa	1.7
Q26	Cilindro de la entrada de piezas	1.8
Q27	Compresor	1.9

Tabla 10: SALIDAS CENTRO NEUMÁTICO

ANEXO II: CONFIGURACIÓN CX-PROGRAMMER

Una vez instalado el paquete CX-One abriremos el programa CX-Programmer. Para comenzar a programar necesitamos configurar el programa referente al PLC, a continuación detallaremos las configuraciones principales.

Una vez abierto el CX-Programmer, iremos a “*Nuevo proyecto*” donde desplegaremos la pestaña, pincharemos con el botón derecho del ratón sobre “*NuevoProyectoCJ2M*” > “*Cambiar...*”

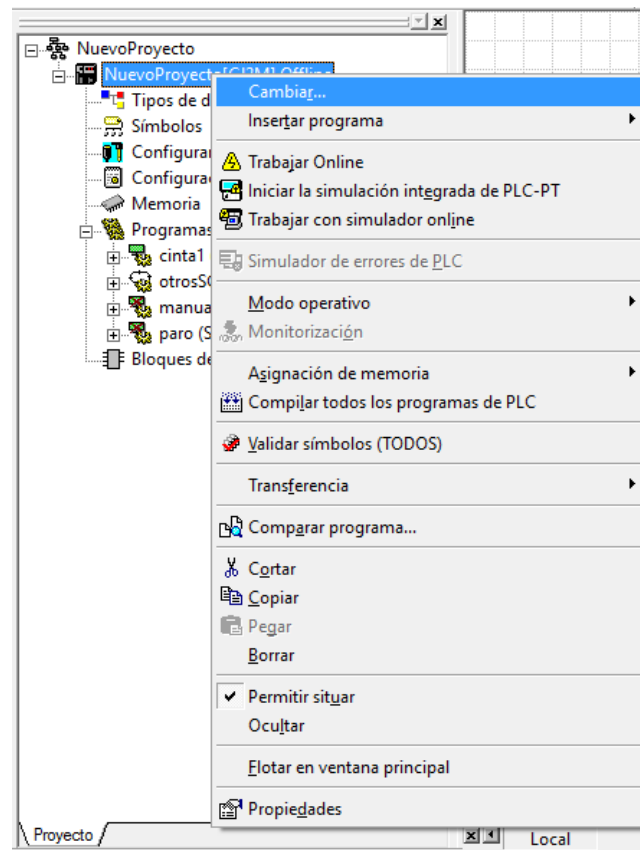


Ilustración 21: CX-PROGRAMMER 1

En la siguiente ventana en “*Tipo de dispositivo*” pincharemos en “*Configuración...*”

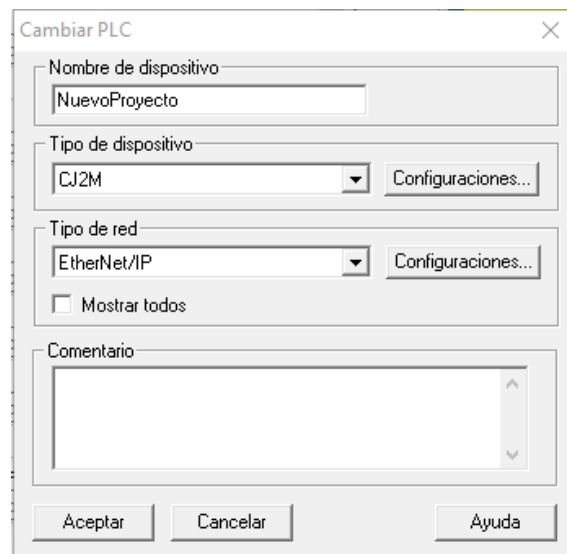


Ilustración 22: CX-PROGRAMMER 2

En la pestaña **“General”** seleccionaremos en **“Tipo de CPU”** la que hayamos utilizado, en nuestro caso, **“CPU31”**, **“Aceptamos”** y se cerrara la ventana.

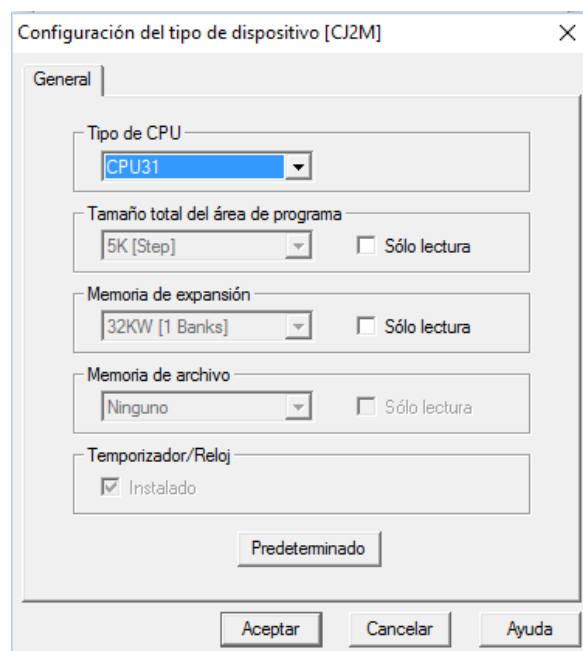


Ilustración 23: CX-PROGRAMMER 3

En “*Configuración de red [Ethernet/IP]*” > “*Configuraciones*” pestaña “*Red*” > “*PLC de destino*” introduciremos la dirección IP que nos pertenece dependiendo de donde esté conectado nuestro PLC y “*Aceptar*”. En este proyecto se han utilizado tres direcciones distintas, para los tres PLC correspondientes a cada maqueta.

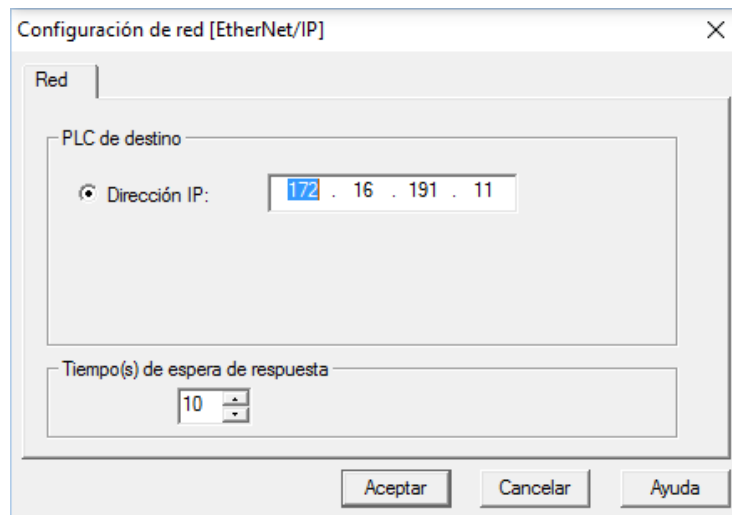


Ilustración 24: CX-PROGRAMMER 4

Volveremos a “*Aceptar*” en la ventana que queda abierta desde el inicio de la configuración y ya podremos comenzar a programar teniendo vinculado nuestro PLC al programa y estando las comunicaciones activas.

ANEXO III: CONFIGURACIÓN CX-SUPERVISOR DEVELOPER

Una vez abierto el programa de supervisión y mando visual CX-Supervisor Developer, se configurara la comunicación con el PLC.

En “*Editor de puntos*” hacemos doble clic y en “*Atributos E/S*” pulsamos sobre “*Configuración*” emergerá “*Atributos del PLC [Enter]*”.

Seleccionamos “*Agregar PLC...*” situado a la derecha de la ventana.

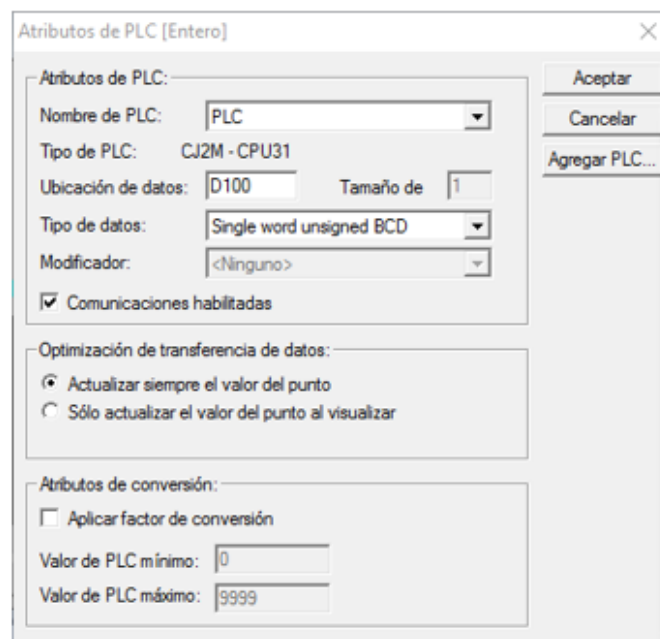


Ilustración 25: CX-SUPERVISOR 1

En “*Nombre del dispositivo*” añadiremos un nombre. Seguidamente esta “*Tipo de dispositivo*” donde seleccionamos el tipo de CPU que tenemos, en nuestro caso es la CPU CJ2M. Por ultimo en esta ventana en “*Tipo de red*” seleccionamos la red que vayamos a utilizar, en este caso “*EtherNet/IP*” y “*Aceptar*”.

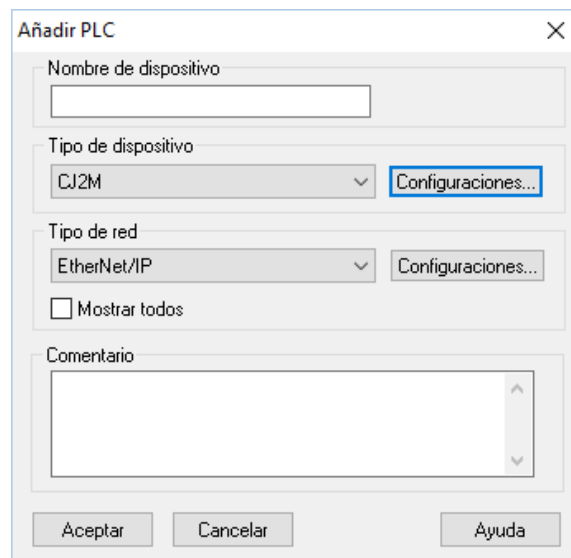


Ilustración 26: CX-SUPERVISOR 2

Ahora configuraremos el tipo de dispositivo, como hemos hecho en el CX-Programer, entraremos en **“Configuración de tipo de dispositivo [CJ2M]”**.

Encontramos en la pestaña **“General”** > **“Tipo de CPU”** desplegamos y seleccionamos nuestra CPU, en este caso es la CPU31.

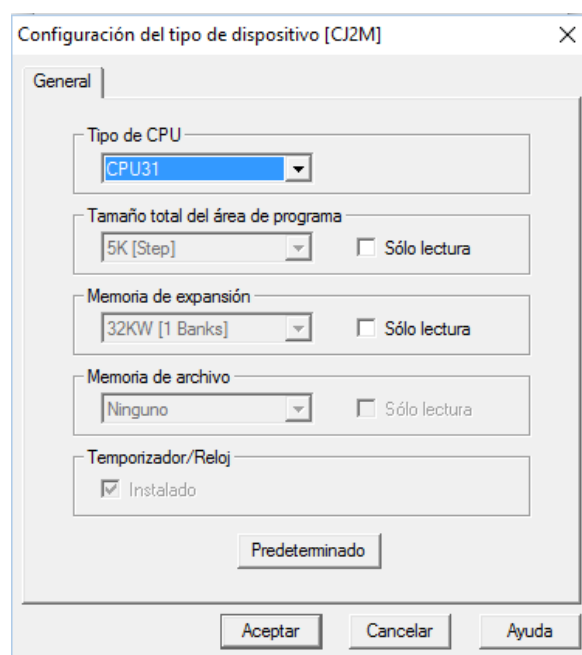


Ilustración 27: CX-SUPERVISOR 3

Por último en “*Configuración de red [EtherNet/IP]*” > “*PLC de destino*” > “*Dirección IP*” introduciremos la dirección IP correspondiente a donde esté situado nuestro PLC.

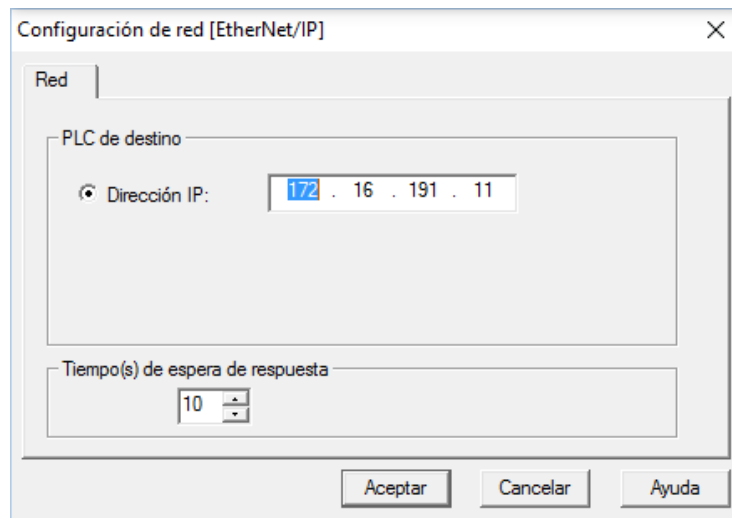


Ilustración 28: CX-SUPERVISOR 4

Pulsaremos “*Aceptar*” e ambas ventanas y estará configurado nuestra comunicación con el PLC, podremos comenzar a programar.

ANEXO III: DATASHEE PLC

ANEXO III: DATASHEE PLC

SYSMAC CJ-series CJ2M CPU Units

CJ2M-CPU3@/-CPU1@

CSM_CJ2M-CPU3_-CPU1_DS_E_1_1

Since 2001, CJ1M-series PLCs are in control of a wide variety of applications worldwide.

The accumulated experience and advancements in technology now result in CJ2M; fully compatible, yet fully new.

- Increased performance, and increased memory capacity
- Up to 40 I/O units on any CPU
- USB for plug-and-play access to the PLC
- All models available with or without Ethernet port
- Choice of serial port plug-in modules
- User-friendly programming, faster debugging



CJ2M-CPU3@



CJ2M-CPU1@

Features

- Five variations in program capacity from 5K steps to 60K steps; scale the CPU to your application needs.
- Faster processors; logic instruction execution time is reduced to 40 ns, floating point trigonometrics in less than 1 μ s.
- Faster Function Block calls and execution, faster interrupt handling, less overhead time.
- Added execution memory for Function Blocks allows structured, object-oriented programming even in entry-level CPUs.
- General-purpose Ethernet port supports EtherNet/IP tag-based data links, connection to Support Software, communications between PLCs, FTP data transfers, and more (CJ2M-CPU3@).
- Standard USB port on all models allows Support Software to connect directly through standard USB cable.
- A Serial Option Module can be mounted to add RS-232C or RS-422A/485 communications ports (CJ2M-CPU3@).
- Compatible with all existing CJ1 power supply-, I/O-, control- and communication units.

International Standards

- The standards are abbreviated as follows: U: UL, U1: UL (Class 1 Division 2 Products for Hazardous Locations), C: CSA, UC: cULus, UC1: cULus (Class 1 Division 2 Products for Hazardous Locations), CU: cUL, N: NK, L: Lloyd, and CE: EC Directives.
- Contact your OMRON representative for further details and applicable conditions for these standards.

CJ2M CPU Units (Built-in EtherNet/IP)

Product name	Specifications						Current consumption (A)		Model	Standards
	I/O capacity/ Mountable Units (Expansion Racks)	Program capacity	Data memory capacity	LD instruction execution time	EtherNet/IP function	Option board slot	5 V	24 V		
CJ2M (Built-in EtherNet/IP) CPU Units	2,560 points/ 40 Units (3 Expansion Racks max.)	60K steps	160K words (DM: 32K words, EM: 32K words× 4 banks)	0.04 μs	YES	YES	0.7 (See note.)	-	CJ2M-CPU35	UC1, CE
		30K steps							CJ2M-CPU34	
		20K steps	160K words (DM: 32K words, EM: 32K words× 1 bank)						CJ2M-CPU33	
		10K steps							CJ2M-CPU32	
		5K steps							CJ2M-CPU31	

Note: Add 0.005A, 0.030A and 0.075A when using Serial Communications Option Boards (CP1W-CIF01/11/12), respectively.




CJ2M CPU Units

Product name	Specifications						Current consumption (A)		Model	Standards
	I/O capacity/ Mountable Units (Expansion Racks)	Program capacity	Data memory capacity	LD instruction execution time	EtherNet/IP function	Option board slot	5 V	24 V		
CJ2M CPU Units	2,560 points/ 40 Units (3 Expansion Racks max.)	60K steps	160K words (DM: 32K words, EM: 32K words× 4 banks)	0.04 μs	-	-	0.5 (See note.)	-	CJ2M-CPU15	UC1, CE
		30K steps							CJ2M-CPU14	
		20K steps	160K words (DM: 32K words, EM: 32K words× 1 bank)						CJ2M-CPU13	
		10K steps							CJ2M-CPU12	
		5K steps							CJ2M-CPU11	

Note: Add 0.15A when using NT-AL001 RS-232C/RS-422A Adapters.
Add 0.04 A when using CJ1W-CIF11 RS-422A Adapters.

Serial Communications Option Boards (Only CJ2M-CPU3@)

The serial communications port can be equipped by installing the serial communications option board to the option board slot in front of CPU unit.

Product name	Specifications	Model	Standards
 RS-232C Option Board	One RS-232C port Connector: D-Sub, 9 pin, female Maximum transmission distance: 15m One RS-232C connector (D-Sub, 9 pin, male) is included. (Plug: XM2A-0901, Hood: XM2S-0911-E)	CP1W-CIF01	UC1, N, L, CE
 RS-422A/485 Option Board	One RS-422A/485 port Terminal block: using ferrules Maximum transmission distance: 50m	CP1W-CIF11	
 RS-422A/485 Isolated-type Option Board	One RS-422A/485 port (Isolated) Terminal block: using ferrules Maximum transmission distance: 500m	CP1W-CIF12	N, L, CE

Note: It is not possible to use a CP-series Ethernet Option Board (CP1W-CIF41), LCD Option Board (CP1W-DAM01) with a CJ2M CPU Unit.

The following accessories come with CPU Unit:

Item	Specification
Battery	CJ1W-BAT01
End Cover	CJ1W-TER01 (necessary to be mounted at the right end of CPU Rack)
End Plate	PFP-M (2 pcs)
Serial Port (RS-232C) Connector (see note)	Connector set for serial port connection (D-SUB 9-pin male connector)

Note: Connector is not provided with CJ2M-CPU3@.

General Specifications

Item	CJ2M-		
	CPU1@	CPU3@	
Enclosure	Mounted in a panel		
Grounding	Less than 100 Ω		
CPU Rack Dimensions	90 mm \times 75 mm \times 31 mm	90 mm \times 75 mm \times 62 mm	
Weight	130 g or less	190 g or less (see note)	
Current Consumption	5 VDC, 0.5 A	5 VDC, 0.7 A	
Use Environment	Ambient Operating Temperature	0 to 55°C	
	Ambient Operating Humidity	10% to 90%	
	Atmosphere	Must be free from corrosive gases.	
	Ambient Storage Temperature	-20 to 70°C (excluding battery)	
	Altitude	2,000 m or less	
	Pollution Degree	2 or less: Conforms to JIS B3502 and IEC 61131-2.	
	Noise Immunity	2 kV on power supply line (Conforms to IEC 61000-4-4.)	
	Overvoltage Category	Category II: Conforms to JIS B3502 and IEC 61131-2.	
	EMC Immunity Level	Zone B	
Vibration Resistance	Conforms to IEC60068-2-6 5 to 8.4 Hz with 3.5-mm amplitude, 8.4 to 150 Hz Acceleration of 9.8 m/s ² for 100 min in X, Y, and Z directions (10 sweeps of 10 min each = 100 min total)		
	Conforms to IEC60068-2-27 147 m/s ² , 3 times in X, Y, and Z directions (100 m/s ² for Relay Output Units)		
Shock Resistance	Conforms to IEC60068-2-27 147 m/s ² , 3 times in X, Y, and Z directions (100 m/s ² for Relay Output Units)		
	Conforms to IEC60068-2-27 147 m/s ² , 3 times in X, Y, and Z directions (100 m/s ² for Relay Output Units)		
Battery	Life	5 years at 25°C	
	Model	CJ1W-BAT01	
Applicable Standards	Conforms to cULus and EC Directives.		

Note: Without a Serial Option Board.

Performance Specifications

Items	CJ2M-				
	CPU11/31	CPU12/32	CPU13/33	CPU14/34	CPU15/35
User Memory	5K steps	10K steps	20K steps	30K steps	60K steps
I/O Bits	2,560 bits				
Processing Speed	Overhead Processing Time		Normal Mode: CJ2M-CPU3@: 270 µs (If tag data links are used with EtherNet/IP, add the following to the above time: 100 µs + Number of transferred words × 1.8 µs) CJ2M-CPU1@: 160 µs		
	Execution Time		Basic Instructions : 0.04 µs min. Special Instructions : 0.06 µs min.		
	Interrupts	I/O Interrupts and External Interrupts	Interrupt task startup time: 31 µs Return time to cyclic task : 10 µs		
		Scheduled Interrupts	Minimum time interval : 0.4 ms (set in 0.1 ms increments) Interrupt task startup time: 30 µs Return time to cyclic task : 11 µs		
Maximum Number of Connectable Units					
	Basic I/O Units		No limit However, a maximum of two CJ1W-INT01 Interrupt Input Units can be mounted.		
	Special I/O Units		Units for up to 96 unit numbers can be mounted. (Unit numbers run from 0 to 95. Units are allocated between 1 and 8 unit numbers.)		
	CPU Bus Units		CJ2M-CPU3@: 15 Units max. CJ2M-CPU1@: 16 Units max.		
	Slots for which interrupts can be used		Slots 0 to 4 on CPU Rack		
Maximum Number of Expansion Racks					
3 max.					
CIO Area	I/O Area		2,560 bits (160 words) : Words CIO 0000 to CIO 0159		
	Link Area		3,200 bits (200 words) : Words CIO 1000 to CIO 1199		
	Synchronous Data Refresh Area		-		
	CPU Bus Unit Area		6,400 bits (400 words) : Words CIO 1500 to CIO 1899		
	Special I/O Unit Area		15,360 bits (960 words) : Words CIO 2000 to CIO 2959		
	Serial PLC Link Words		1,440 bits (90 words) : Words CIO 3100 to CIO 3189		
	DeviceNet Area		9,600 bits (600 words) : Words CIO 3200 to CIO 3799		
	Internal I/O Area		3,200 bits (200 words) : Words CIO 1300 to CIO 1499 37,504 bits (2,344 words): Words CIO 3800 to CIO 6143 Cannot be used for external I/O.		
Work Area					
8,192 bits (512 words): Words W000 to W511 Cannot be used for external I/O.					
Holding Area					
8,192 bits (512 words): Words H000 to H511 Bits in this area maintain their ON/OFF status when PLC is turned OFF or operating mode is changed. Words H512 to H1535: These words can be used only for function blocks. They can be used only for function block instances (i.e., they are allocated only for internal variables in function blocks).					
Auxiliary Area					
Read-only: 31,744 bits (1,984 words) • 7,168 bits (448 words): Words A0 to A447 • 24,576 bits (1,536 words): Words A10000 to A11535 * Read/write: 16,384 bits (1,024 words) in words A448 to A1471 * * A960 to A1471 and A10000 to A11535 cannot be accessed by CPU Bus Units, Special I/O Units, PTs, and Support Software that do not specifically support the CJ2 CPU Units.					
Temporary Area					
16 bits: TR0 to TR15					
Timer Area					
4,096 timer numbers (T0000 to T4095 (separate from counters))					
Counter Area					
4,096 counter numbers (C0000 to C4095 (separate from timers))					
DM Area					
32k words * • DM Area words for Special I/O Units: D20000 to D29599 (100 words × 96Units) • DM Area words for CPU Bus Units: D30000 to D31599 (100 words × 16Units) * Bits in the EM Area can be addressed either by bit or by word. These bits cannot be addressed by CPU Bus Units, Special I/O Units, PTs, and Support Software that do not specifically support the CJ2 CPU Units.					
EM Area					
32k words/bank × 4 banks max.: E00_00000 to E3_32767 max. * * Bits in the EM Area can be addressed either by bit or by word. These bits cannot be addressed by CPU Bus Units, Special I/O Units, PTs, and Support Software that do not specifically support the CJ2 CPU Units.					
Force-S/R Enabled Banks *1				32K words × 4 banks	
Bank 0 hex				Bank 0 to 3 hex	
Index Registers					
IRO to IR15 These are special registers for storing PLC memory addresses for indirect addressing. (Index Registers can be set so that they are unique in each task or so that they are shared by all tasks.)					
Cyclic Task Flag Area					
128 flags					
Memory Card					
128 MB, 256 MB, or 512 MB					
Operating Modes					
PROGRAM Mode: Programs are not executed. Preparations can be executed prior to program execution in this mode. MONITOR Mode: Programs are executed, and some operations, such as online editing, and changes to present values in I/O memory, are enabled in this mode. RUN Mode: Programs are executed. This is the normal operating mode.					

*1. Force-setting/resetting bits in the EM Area is possible only for banks specified for the EM Area force-set/reset function.

Items		CJ2M-					
		CPU11/31	CPU12/32	CPU13/33	CPU14/34	CPU15/35	
Execution Mode		Normal Mode					
Programming Languages		Ladder Logic (LD), Sequential Function Charts (SFC), Structured Text (ST), and Instruction Lists (IL)					
Function Blocks	Maximum number of definitions	256			2,048		
	Maximum number of instances	256			2,048		
FB Program Area		20K steps					
Tasks	Type of Tasks	Cyclic tasks Interrupt tasks (Power OFF interrupt tasks, scheduled interrupt tasks, I/O interrupt tasks, and external interrupt tasks)					
	Number of Tasks	Cyclic tasks: 128 Interrupt tasks: 256 (Interrupt tasks can be defined as cyclic tasks to create extra cyclic tasks. Therefore, the total number of cyclic tasks is actually 384 max.)					
Symbols (Variables)	Type of Symbols	<ul style="list-style-type: none"> Local symbols: Can be used only within a single task in the PLC. Global symbols: Can be used in all tasks in the PLC. Network symbols (tags)*: I/O memory in the CPU Unit can be externally accessed using symbols, depending on parameter settings. * Supported only by the CJ2M-CPU3@.					
	Data Type of Symbols	<ul style="list-style-type: none"> BOOL (bit) UINT (one-word unsigned binary) UDINT (two-word unsigned binary) ULINT (four-word unsigned binary) INT (one-word signed binary) DINT (two-word signed binary) LINT (four-word signed binary) UINT BCD (one-word unsigned BCD) *2 UDINT BCD (two-word unsigned BCD) *2 ULINT BCD (four-word unsigned BCD) *2 REAL (two-word floating-point) LREAL (four-word floating-point) CHANNEL (word) *2 NUMBER (constant or number) *2 WORD (one-word hexadecimal) DWORD (two-word hexadecimal) LWORD (four-word hexadecimal) STRING (1 to 255 ASCII characters) TIMER (timer) *3 COUNTER (counter) *3 User defined data types (datastructures) 					
	Maximum Size of Symbol	32k words					
	Array Symbols (Array Variables)	One-dimensional arrays					
	Number of Array Elements	32,000 elements max.					
	Number of Registrable Network Symbols (Tags) *4	2,000 max.					
	Length of Network Symbol (Tag) Name *4	255 bytes max.					
	Encoding of Network Symbols (Tags) *4	UTF-8					
	Data Tracing	Memory Capacity	8,000 words (Up to 32k words × 4 banks when EM is specified in CX-Programmer)				
		Number of Samplings	Bits = 31, one-word data = 16, two-word data = 8, four-word data = 4				
Sampling Cycle		1 to 2,550 ms (Unit: 1 ms)					
Trigger Conditions		ON/OFF of specified bit Data comparison of specified word Data size: 1 word, 2 words, 4 words Comparison Method: Equals (=), Greater Than (>), Greater Than or Equals (≥), Less Than (<), Less Than or Equals (≤), Not Equal (≠)					
File Memory	Delay Value	-32,768 to +32,767 ms					
	Source/ Comment Memory	Memory Card (128, 256, or 512 Mbytes) (Use the Memory Cards provided by OMRON.) EM file memory (Part of the EM Area can be converted for use as file memory.)					
Function block program memory, comment file, program index file, symbol tables	Capacity: 1 Mbytes						

*2. Cannot be used in Function blocks.

*3. Can be used only in Function blocks.

*4. Supported only by the CJ2M-CPU3@.

Item		CJ2M-				
		CPU11/31	CPU12/32	CPU13/33	CPU14/34	CPU15/35
Communications	Logical Ports for Communications	Logical Ports	8 ports (Used for SEND, RECV, CMND, PMCR, TXDU, and RXDU instructions.)			
		Extended Logical Ports	64 ports (Used for SEND2, RECV2, CMND2, and PMCR2 instructions.)			
		Class 3 (Connection Type)	Number of connections: 64			
		UCMM (Non-connection Type)	Maximum number of clients that can communicate at the same time: 32 Maximum number of servers that can communicate at the same time: 40			
	Peripheral (USB) Port		USB 2.0-compliant B-type connector			
	Baud Rate		12 Mbps max.			
	Transmission Distance		5 m max.			
	Serial Port		<ul style="list-style-type: none"> • CJ2M-CPU1@ interface: Conforms to EIA RS-232C. • CJ2M-CPU3@: No serial ports with default system One of the following Serial Option Boards can be mounted. • CP1W-CIF01 RS-232C Option Board • CP1W-CIF11 RS-422A/485 Option Board (not isolated, max. transmission distance: 50 m) • CP1W-CIF12 RS-422A/485 Option Board (isolated, max. transmission distance: 500 m) 			
	Communications Method		Half-duplex			
	Synchronization Method		Start-stop			
	Baud Rate		0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, 38.4, 57.6, or 115.2 (kbps)			
	Transmission Distance		15 m max.			
	EtherNet/IP Port		-			
	Transmission Specifications	Media Access Method	CSMA/CD			
		Modulation	Baseband			
		Transmission Paths	Star			
		Baud Rate	100 Mbps (100Base-TX)			
		Transmission Media	Shielded twisted-pair (STP) cable; Categories: 5, 5e			
		Transmission Distance	100 m (between hub and node)			
		Number of Cascade Connections	No restrictions if switching hub is used.			
CIP Communications: Tag Data Links						
Number of Connections		32				
Packet Interval (Refresh period)		1 to 10,000 ms (Unit: 0.5 ms) Can be set for each connection. (Data will be refreshed at the set interval, regardless of the number of nodes.)				
Permissible Communications Band	3,000 pps *5					
Number of Registerable Tag	32					
Type of Tags	CIO, DM, EM, HR, WR, and Network symbols					
Number of Tags per Connection	8 (Seven tags if PLC status is included in the segment.)					
Maximum Link Data Size per Node	640 words					
Maximum Data Size per Connection	20 words (Data is synchronized within each connection.)					
Number of Registrable Tag Set	32 (1 connection = 1 segment)					
Maximum Tag Set Size	20 words (One word is used when PLC status is included in the segment.)					
Maximum Number of Tags Refreshable in a Single Cycle of CPU Unit *6	Output/send (CPU Unit to EtherNet/IP): 32 Input/receive (EtherNet/IP to CPU Unit): 32					
Data Size Refreshable in a Single Cycle of CPU Unit *6	Output/send (CPU to EtherNet/IP) : 640 words Input/receive (EtherNet/IP to CPU): 640 words					
Change of Tag Data Link Parameter Settings during Operation	OK *7					
Multi-cast Packet Filter *8	OK					
CIP Communications: Explicit Messages		-				
Class 3 (Connection Type)		Number of connections: 128				
UCMM (Non-connection Type)		Maximum number of clients that can communicate at the same time : 16 Maximum number of servers that can communicate at the same time: 16				
FINS Communications		OK				
FINS/UDP		OK				
FINS/TCP		16 connections max.				

- *5. "Packets per second" is the number of communications packets that can be processed per second.
- *6. If the maximum number is exceeded, refreshing will require more than one CPU Unit cycle.
- *7. When changing parameters, however, the EtherNet/IP port where the change is made will be restarted. In addition, a timeout will temporarily occur at the other node that was communicating with that port, and it will then recover automatically.
- *8. The EtherNet/IP port supports an IGMP client, so unnecessary multicast packets are filtered by using a switching hub that supports IGMP snooping.

Function Specifications

Functions			Description	
Cycle Time Management	Minimum Cycle Time		A minimum cycle time can be set. (0.2 to 32,000 ms; Unit: 0.1 ms) The minimum cycle time setting can be changed in MONITOR mode.	
	Cycle Time Monitoring		The cycle time is monitored. (0.01 to 40,000 ms; Unit: 0.01 ms)	
	Background Processing		Instructions with long execution times can be executed over multiple cycles to prevent fluctuations in the cycle time.	
Unit (I/O) Management	Basic I/O Units, Special I/O Units, and CPU Bus Units	I/O Refreshing	Cyclic Refreshing	Cyclic refreshing of Basic I/O Units, Special I/O Units, and CPU Bus Units
			Immediate Refreshing	I/O refreshing by immediate refreshing instructions
			Refreshing by IORF	I/O refreshing by IORF instruction
		Unit Recognition at Startup		The number of units recognized when the power is turned ON is displayed.
	Basic I/O Units	Input Response Time Setting		The input response times can be set for Basic I/O Units. The response time can be increased to reduce the effects of chattering and noise at input contacts. The response time can be decreased to enable detecting shorter input pulses.
		Load OFF Function		All of the outputs on Basic I/O Units can be turned OFF when an error occurs in RUN or MONITOR mode.
		Basic I/O Unit Status Monitoring		Alarm information can be read from Basic I/O Units and the number of Units recognized can be read.
		Reading/writing data using instructions for specific Units		Special instructions can be used to read/write required data for specific Units at high speed.
	Special I/O Units and CPU Bus Units	Unit Restart Bits to Restart Units		A Special I/O Unit or CPU Bus Unit can be restarted.
	Configuration Management	Automatic I/O Allocation at Startup		I/O words can be automatically allocated to the Basic I/O Units that are connected in the PLC to start operation automatically without registering Units into I/O tables.
I/O Table Creation		The current unit configuration can be registered in I/O tables to prevent it from being changed, to reserve words, and to set words.		
Rack/Slot First Word Settings		The first words allocated to a Units on the Racks can be set.		
Holding I/O Memory when Changing Operating Modes		The status of I/O memory can be held when the operating mode is changed or power is turned ON. The forced-set/reset status can be held when the operating mode is changed or power is turned ON.		
Memory Management	File Memory		Files (such as program files, data files, and symbol table files) can be stored in Memory Card, EM File Memory, or Comment Memory.	
	Built-in Flash Memory		The user program and Parameter Area can be backed up to an internal flash memory when they are transferred to the CPU Unit.	
	EM File Function		Parts of the EM Area can be treated as file memory.	
	Storing Comments		I/O comments can be stored as symbol table files in a Memory Card, EM file memory, or comment memory.	
	EM Configuration		EM Area can be set as trace memory or EM file memory.	
Memory Cards	Automatic File Transfer at Startup		A program file and parameter files can be read from a Memory Card when the power is turned ON.	
	Program Replacement during PLC Operation		The whole user program can be read from a Memory Card to CPU Unit during operation.	
	Function for Reading and Writing Data from a Memory Card		Data in I/O memory in the CPU Unit can be written to a Memory Card in CSV/TXT format. Data in CSV/TXT format in the Memory Card can be read to I/O memory in the CPU Unit.	

Function		Description
Communications		–
Communications	Peripheral (USB) Port	Peripheral Bus
	Bus for communications with various kinds of Support Software running on a personal computer. High-speed communications are supported.	
	Serial Port (Option) *9	
	Application is possible when a Serial Communications Option Board is mounted.	
	Host Link (SYSWAY) Communications	
	Host Link commands or FINS commands placed between Host Link headers and terminators can be sent from a host computer or PT to read/write I/O memory, read/control the operating mode, and perform other operations for PLC.	
	No-protocol Communications	
	I/O instructions for communications ports (such as TXD/RXD instructions) can be used for data transfer with peripheral devices such as bar code readers and printers.	
	NT Link Communications	
	I/O memory in the PLC can be allocated and directly linked to various PT functions, including status control areas, status notification areas, touch switches, lamps, memory tables, and other objects.	
Peripheral Bus		Bus for communications with various kinds of Support Software running on a personal computer. High-speed communications are supported.
Serial Gateway		This gateway enables receiving and automatically converting FINS to the CompoWay/F.
Serial PLC Links		Data is exchanged between CPU Units using serial ports without communications programming. PTs set to the 1:N NT Link protocol can be included in the network.
EtherNet/IP Port *10		100Base-TX/10Base-T Protocols: TCP/IP, UDP, ARP, ICMP (ping only), BOOTP Applications: FINS, CIP, POP3, SMTP, SNMP, DNS (Client), FTP (Server)
CIP Communications Service	Tag Data Links	Programless cyclic data exchanges with the devices on the EtherNet/IP network.
	Message Communications	Any CIP commands can be received from the devices on the EtherNet/IP network.
FINS Communications Service	Message Communications	Any FINS commands can be transferred with the devices on the EtherNet/IP network.
Interrupt	Scheduled Interrupts	
	Tasks can be executed at a specified interval (minimum of 0.2 ms, Unit: 0.1 ms).	
	Resetting and restarting with MSKS(690)	
	When MSKS(690) is executed, the internal timer is restarted and the time to first interrupt is set to a fixed value.	
	Reading present value of internal timer with MSKS(690)	
	MSKS(690) can be used to read the time that has elapsed until the schedule interrupt is started or since the previous scheduled interrupt.	
Power OFF Interrupts		A task can be executed when CPU Unit's power turns OFF.
I/O Interrupt Tasks		A task can be executed when an input signal is input to an Interrupt Input Unit.
External Interrupt Tasks		A task can be executed when interrupts are requested from a Special I/O Unit or a CPU Bus Unit.
Clock	Clock Function	
	Clock data is stored in memory. Accuracy (Accuracy depends on the temperature.) Ambient temperature of 55°C : -3.5 to +0.5 min error per month Ambient temperature of 25°C : -1.5 to +1.5 min error per month Ambient temperature of 0°C : -3 to +1 min error per month	
	Operation Start Time Storage	
	The time when operating mode was last changed to RUN mode or MONITOR mode is stored.	
	Operation Stop Time Storage	
	The last time a fatal error occurred or the last time the operating mode was changed to PROGRAM mode is stored.	
	Startup Time Storage	
	The time when the power was turned ON is stored.	
	Power Interruption Time Storage	
	The time when the power is turned OFF is stored.	
Total Power ON Time Calculation		
The total time that the PLC has been ON is stored in increments of 10 hours.		
Power ON Clock Data Storage		
A history of the times when the power was turned ON is stored.		
User Program Overwritten Time Storage		
The time that the user program was last overwritten is stored.		
Parameter Date Storage		
The time when the Parameter Area was overwritten is stored.		
Memory Protection		
Holding Area data, DM Area data, EM Area data, Counter Completion Flags, and counter present values are held even when power is turned OFF. CIO Area, Work Area, some Auxiliary Area data, and Timer Completion Flags, timer present values, index registers, and data registers can be protected by turning ON the IOM Hold Bit in the Auxiliary Area, and by also setting the IOM Hold Bit to "Hold" in the PLC Setup.		
Power Supply Management	Power OFF Detection Time Setting	
	The detection time for power interruptions can be set. AC power supply: 10 to 25 ms (variable) DC power supply: 2 to 5 ms (CJ1W-PD022) or 2 to 20 ms (CJ1W-PD025)	
	Power OFF Detection Delay Time	
	The detection of power interruptions can be delayed: 0 to 10 ms (Not supported by the CJ1W-PD022.)	
Number of Power Interruptions Counter		
		The number of times power has been interrupted is counted.

*9.A Serial Option Board is required to use a serial port for the CJ2M-CPU3@ CJ2M CPU Unit.

*10.Supported only by the CJ2M-CPU3@.

Function		Description	
Function Blocks		Standard programming can be encapsulated as function blocks.	
	Languages in Function Block Definitions	Ladder programming or structured text	
Debugging	Online Editing	The program can be changed during operation (in MONITOR or PROGRAM mode), except for block programming areas.	
	Force-Set/Reset	Specified bits can be set or reset. Force-set/reset to the EM Area is enabled by specifying a start bank in parameter setting.	
	Differentiate Monitoring	ON/OFF changes in specified bits can be monitored.	
	Data Tracing	The specified I/O memory data can be stored in the trace memory in the CPU Unit. The triggers can be set.	
	Continuous Tracing	The trace data can be uploaded during data tracing using CX-Programmer, which enables continuously logging the data by constantly uploading the trace data.	
	Automatically starting tracing when operation starts	Data tracing can be automatically started when operation is started (i.e., when the operating mode is changed from PROGRAM mode to MONITOR or RUN mode).	
	Storing Location of Error when an Error Occurs	The location and task number where execution stopped for a program error is recorded.	
	Program Check	The programs can be checked for items such as no END instruction and FALS/FAL errors at startup.	
Self-diagnosis and Restoration	Error Log	A function is provided to store predefined error codes in CPU Unit, error information, and time at which the error occurred.	
	CPU Error Detection	CPU Unit WDT errors are detected.	
	User-defined Failure Diagnosis	Errors can be generated for user-specified conditions: Non-fatal errors (FAL) and fatal errors (FALS). Program section time diagnosis and program section logic diagnosis are supported (FPD instruction).	
	Load OFF Function	This function turns OFF all outputs from Output Units when an error occurs.	
	RUN Output	The RUN output from the CJ1W-PA205R turns ON while CPU Unit is in RUN mode or MONITOR mode.	
	Basic I/O Load Short-circuit Detection	This function provides alarm information from Basic I/O Units that have load short-circuit protection.	
	Failure Point Detection	The time and logic of an instruction block can be analyzed using the FPD instruction.	
	CPU Standby Detection	This function indicates when the CPU Unit is on standby because all Special I/O Units and CPU Bus Units have not been recognized at the startup in RUN or MONITOR mode.	
	Non-fatal Error Detection	System FAL Error Detection (User-defined non-fatal error)	This function generates a non-fatal (FAL) error when the user-defined conditions are met in program.
		Duplicate Refreshing Error Detection	This function detects an error when an immediate refreshing instruction in an interrupt task is competing with I/O refreshing of a cyclic task.
		Basic I/O Unit Error Detection	This function detects the errors in Basic I/O Units.
		Backup Memory Error Detection	This function detects errors in the memory backup of the user programs and parameter area (backup memory).
		PLC Setup Error Detection	This function detects settings errors in the PLC Setup.
		CPU Bus Unit Error Detection	This function detects an error when there is an error in data exchange between the CPU Unit and a CPU Bus Unit.
		Special I/O Unit Error Detection	This function detects an error when there is an error in data exchange between the CPU Unit and a Special I/O Unit.
		Tag Memory Error Detection *11	This function detects errors in tag memory.
		Battery Error Detection	This function detects an error when a battery is not connected to the CPU Unit or when the battery voltage drops.
		CPU Bus Unit Setting Error Detection	This function detects an error when the model of a CPU Bus Unit in the registered I/O tables does not agree with the model that is actually mounted in the PLC.
	Special I/O Unit Setting Error Detection	This function detects an error when the model of a Special I/O Unit in the registered I/O tables does not agree with the model of Unit that is actually mounted.	
	Option Board Error Detection *11	This function detects the errors in Serial Option Board mounting status.	
Fatal Error Detection	Memory Error Detection	This function detects errors that occur in memory of the CPU Unit.	
	I/O Bus Error Detection	This function detects when an error occurs in data transfers between the Units mounted in Rack slots and the CPU Unit and detects when the End Cover is not connected to the CPU Rack or an Expansion Rack.	
	Unit/Rack Number Duplication Error	This function detects an error when the same unit number is set for two or more Units, the same word is allocated to two or more Basic I/O Units, or the same rack number is set for two or more Racks.	
	Too Many I/O Points Error Detection	This function detects an error when the total number of I/O points set in the I/O tables or the number of Units per Rack exceeds the specified range.	
	I/O Setting Error Detection	This function detects an error when the number of Units in the registered I/O tables does not agree with the actual number of Units that is mounted, or an Interrupt Unit has been connected in the wrong position, i.e., not in slot 0 to 4.	

*11.Supported only by the CJ2M-CPU3@.

Function		Description	
Self-diagnosis and Restoration	Fatal Error Detection	Program Error Detection	This function detects errors in programs.
		Instruction Processing Error Detection	This function detects an error when the given data value is invalid when executing an instruction, or execution of instruction between tasks was attempted.
		Indirect DM/EM BCD Error Detection	This function detects an error when an indirect DM/EM address in BCD mode is not BCD.
		Illegal Area Access Error Detection	This function detects an error when an attempt is made to access an illegal area with an instruction operand.
		No END Error Detection	This function detects an error when there is no END instruction at the end of the program.
		Task Error Detection	This function detects an error when there are no tasks that can be executed in a cycle, there is no program for a task, or the execution condition for an interrupt task was met but there is no interrupt task with the specified number.
		Differentiation Overflow Error Detection	This function detects an error when too many differentiated instructions are entered or deleted during online editing (131,072 times or more).
		Invalid Instruction Error Detection	This function detects an error when an attempt is made to execute an instruction that is not defined in the system.
		User Program Area Overflow Error Detection	This function detects an error when instruction data is stored after the last address in user program area.
		Cycle Time Exceeded Error Detection	This function monitors the cycle time (10 to 40,000 ms) and stops the operation when the set value is exceeded.
Fatal Error Detection (Continued from previous page)	System FALS Error Detection (User-defined Fatal Error)	This function generates a fatal (FALS) error when the user-defined conditions are met in program.	
	Version Error Detection	This function detects an error when a user program includes a function that is not supported by the current unit version.	
	Memory Card Transfer Error Detection	This function detects an error when the automatic file transfer from Memory Card fails at startup.	
Maintenance	Simple Backup Function		This function collectively backs up the data in CPU Unit (user programs, parameters, and I/O memory) and internal backup data in the I/O Units.
	Unsolicited Communications		A function that allows the PLC to use Network Communications Instruction to send required FINS commands to a computer connected via a Host Link
	Remote Programming and Monitoring		Host Link communications can be used for remote programming and remote monitoring through a Controller Link, Ethernet, DeviceNet, or SYSMAC LINK Network. Communications across network layers can be performed. Controller Link or Ethernet : 8 layers DeviceNet or SYSMAC LINK : 3 layers
	Automatic Online Connection via Network	Direct Serial Connection	This function enables automatically connecting to the PLC online when the CX-Programmer is directly connected by a serial connection (peripheral (USB) port or serial port).
		Via Networks	This function enables connecting the CX-Programmer online to a PLC that is connected via an EtherNet/IP network.
Security	Read Protection using Password		This function protects reading and displaying programs and tasks using passwords. Write protection: Set using the DIP switch. Read protection: Set a password using the CX-Programmer.
	FINS Write Protection		This function prohibits writing by using FINS commands sent over the network.
	Unit Name Function		This function allows the users to give any names to the Units. Names are verified at online connection to prevent wrong connection
	Hardware ID Using Lot Numbers		This function sets operation protection by identifying hardware using the user programs according to lot numbers stored in the Auxiliary Area.

Unit Versions

Units	Models	Unit version
CJ2M CPU Units	CJ2M-CPU3@	CPU: Unit version 1.0 EIP : Unit version 2.0
	CJ2M-CPU1@	CPU: Unit version 1.0

Unit Versions and Programming Devices

The following tables show the relationship between unit versions and CX-Programmer versions.

Unit Versions and Programming Devices

CPU Unit	Functions	Required Programming Device CX-Programmer		Programming Console
		Ver. 9.0 or lower	Ver. 9.1 or higher	
CJ2M-CPU@@ Unit version 1.0	Functions for unit version 1.0	–	OK *1	– *2

*1.CX-Programmer version 9.1 or higher is required to use CJ2M CPU Units.

*2.A Programming Console cannot be used with a CJ2M CPU Unit.

Device Type Setting

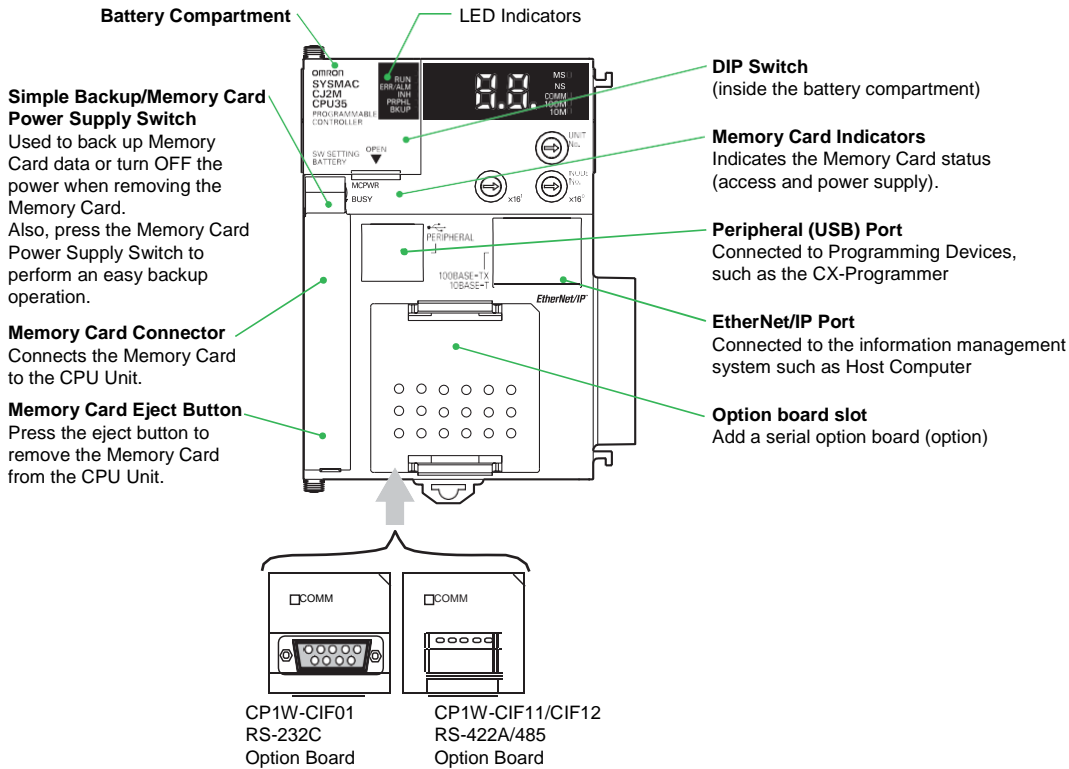
The unit version does not affect the setting made for the device type on the CX-Programmer. Select the device type as shown in the following table regardless of the unit version of the CPU Unit.

Series	CPU Unit group	CPU Unit model	Device type setting on CX-Programmer Ver. 9.1 or higher
CJ Series	CJ2M CPU Units	CJ2M-CPU3@ CJ2M-CPU1@	CJ2M

External Interface

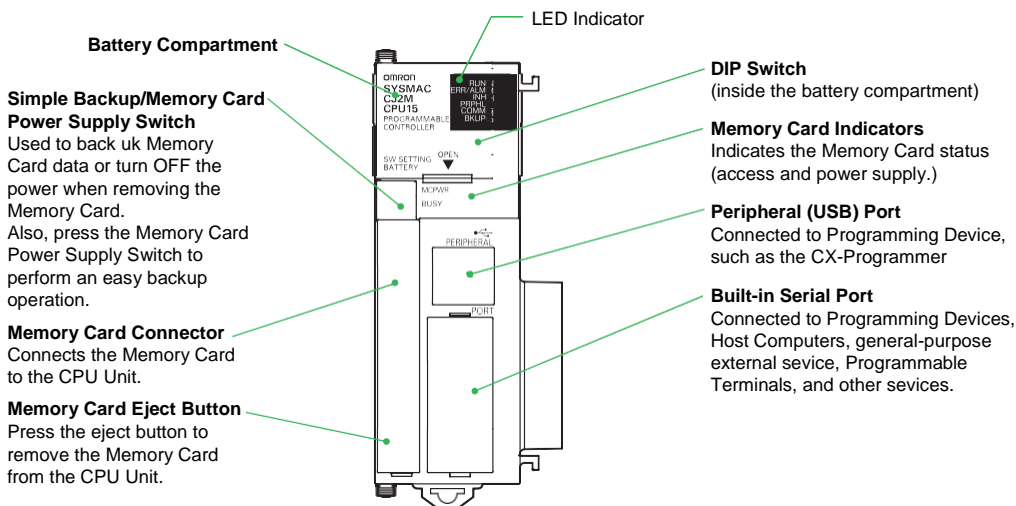
CJ2M-CPU3@ (CJ2M with Built-in EtherNet/IP)

A CJ2M-CPU3@ provides two communications ports for external interfaces: a peripheral (USB) port and an EtherNet/IP port. Serial ports can be added by mounting a Serial Communications Option Board (sold separately) in an option slot.



CJ2M-CPU1@

A CJ2M-CPU1@ provides two communications ports for external interfaces: a peripheral (USB) port and a serial port.



Peripheral (USB) Port

Item	Specification
Baud Rate	12 Mbps max.
Transmission Distance	5 m max.
Interface	USB 2.0-compliant B-type connector
Protocol	Peripheral Bus

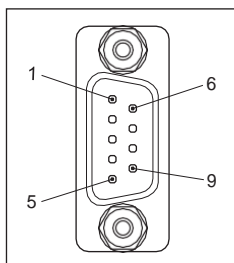
EtherNet/IP Port

Item	Specification
Media Access Method	CSMA/CD
Modulation	Baseband
Transmission Paths	Star
Baud Rate	100 Mbps (100Base-TX)
Transmission Media	Shielded twisted-pair (STP) cable; Categories: 5, 5e
Transmission Distance	100 m (between hub and node)
Number of Cascade Connections	No restrictions if switching hub is used.
Communications	CIP Communications (tag data links, Explicit Messages). FINS communications

Built-in Serial Port (Only CJ2M-CPU1@)

Item	Specification
Communications method	Half duplex
Synchronization	Start-stop
Baud rate	0.3/0.6/1.2/2.4/4.8/9.6/19.2/38.4/57.6/115.2 kbps *
Transmission distance	15 m max.
Interface	EIA RS-232C
Protocol	Host Link, NT Link, 1:N, No-protocol, or Peripheral Bus

* Baud rates for the RS-232C are specified only up to 19.2 kbps. The CJ Series supports serial communications from 38.4 kbps to 115.2 kbps, but some computers cannot support these speeds. Lower the baud rate if necessary.



Pin No.	Signal	Name	Direction
1	FG	Protection earth	-
2	SD (TXD)	Send data	Output
3	RD (RXD)	Receive data	Input
4	RS (RTS)	Request to send	Output
5	CS (CTS)	Clear to send	Input
6	5 V	Power supply	-
7	DR (DSR)	Data set ready	Input
8	ER (DTR)	Data terminal ready	Output
9	SG (0 V)	Signal ground	-
Connector hood	FG	Protection earth	-

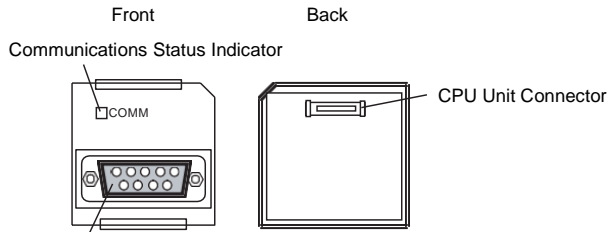
Note: Do not use the 5-V power from pin 6 of the RS-232C port for anything but CJ1W-CIF11 RS-422A Conversion Adapter, NT-AL001 RS-232C/RS-422A Conversion Adapter and NV3W-M_20L Programmable Terminal. The external device or the CPU Unit may be damaged.

Serial Option Board (Only CJ2M-CPU3@)

A Serial Option Board can be used with a CJ2M-CPU3@ CJ2M CPU Unit.

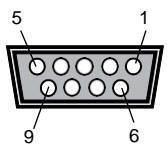
Model	Port	Maximum transmission distance	Connection method
CP1W-CIF01	One RS-232C port	15 m	Connector: D-sub, 9-pin female
CP1W-CIF11	One RS-422A/485 port (not isolated)	50 m	Terminal block: Using ferrules
CP1W-CIF12	One RS-422A/485 port (isolated)	500 m	Terminal block: Using ferrules

CP1W-CIF01 RS-232C Option Board



RS-232 Connector

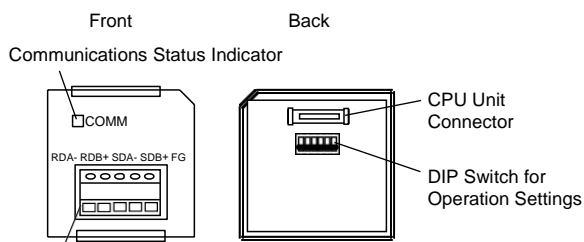
● **RS-232C Connector**



Pin No.	Signal	Name	Direction
1	FG	Protection earth	-
2	SD (TXD)	Send data	Output
3	RD (RXD)	Receive data	Input
4	RS (RTS)	Request to send	Output
5	CS (CTS)	Clear to send	Input
6	5 V	Power supply	-
7	DR (DSR)	Data set ready	Input
8	ER (DTR)	Data terminal ready	Output
9	SG (0 V)	Signal ground	-
Connector hood	FG	Protection earth	-

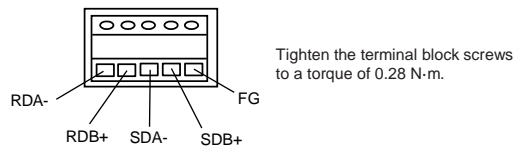
Note: Do not use the 5-V power from pin 6 of the RS-232C port for anything but CJ1W-CIF11 RS-422A Conversion Adapter, NT-AL001 RS-232C/RS-422A Conversion Adapter and NV3W-M_20L Programmable Terminal. The external device or the CPU Unit may be damaged.

CP1W-CIF11/CIF12 RS-422A/485 Option Board



RS-422A/485 Connector

● **RS-422A/485 Terminal Block**



Related Manuals

Cat. No.	Model	Manual	Application	Description
W472	CJ2H-CPU6@-EIP CJ2H-CPU6@ CJ2M-CPU@@	CJ-series CJ2 CPU Unit Hardware User's Manual	Hardware specifications for CJ2 CPU Units	Describes the following for CJ2 CPU Units: <ul style="list-style-type: none"> • Overview and features • Basic system configuration • Part nomenclature and functions • Mounting and setting procedure • Remedies for errors • Also refer to the <i>Software User's Manual</i> (W473).
W473	CJ2H-CPU6@-EIP CJ2H-CPU6@ CJ2M-CPU@@	CJ-series CJ2 CPU Unit Software User's Manual	Software specifications for CJ2 CPU Units	Describes the following for CJ2 CPU Units: <ul style="list-style-type: none"> • CPU Unit operation • Internal memory • Programming • Settings • Functions built into the CPU Unit Also refer to the <i>Hardware User's Manual</i> (W472)
W474	CJ2H-CPU6@-EIP CJ2H-CPU6@ CJ2M-CPU3@ CJ2M-CPU1@ CS1G/H-CPU@@H CS1G/H-CPU@@-V1 CJ1G/H-CPU@@H CJ1G-CPU@@ CJ1M-CPU@@ NSJ@-@@@(@)-@@@	CS/CJ/NSJ-series Instructions Reference Manual	Information on instructions	Describes each programming instruction in detail. Also refer to the <i>Software User's Manual</i> (W473) when you do programming.
W342	CJ2H-CPU6@-EIP CJ2H-CPU6@ CJ2M-CPU@@ CS1G/H-CPU@@H CS1G/H-CPU@@-V1 CS1D-CPU@@H CS1D-CPU@@S CS1W-SCU@@-V1 CS1W-SCB@@-V1 CJ1H-CPU@@H-R CJ1G/H-CPU@@H CJ1G-CPU@@P CJ1M-CPU@@ CJ1G-CPU@@ CJ1W-SCU@@-V1 CP1H-X@@@@-@ CP1H-XA@@@@-@ CP1H-Y@@@@-@ NSJ@-@@@(@)-@@@	CS/CJ/CP/NSJ-series Communications Command Reference Manual	Information on communications for CS/CJ/CP-series CPU Units and NSJ-series Controllers	Describes C-mode commands and FINS commands Refer to this manual for a detailed description of commands for communications with the CPU Unit using C mode commands or FINS commands. Note: This manual describes the communications commands that are addressed to CPU Units. The communications path that is used is not relevant and can include any of the following: serial ports on CPU Units, communications ports on Serial Communications Units/Boards, and Communications Units. For communications commands addressed to Special I/O Units or CPU Bus Units, refer to the operation manual for the related Unit.
W465	CJ2H-CPU6@-EIP CJ2M-CPU3@ CS1W-EIP21 CJ1W-EIP21	CS and CJ Series EtherNet/IP Units CS1W-EIP21, CJ1W- EIP21, CJ2H-CPU6@- EIP, CJ2M-CPU3@ Operation Manual	Information for EtherNet/IP function of CJ2M built-in Ethernet port	Describes EtherNet/IP port/units. A basic setting, a tag data link, FINS communication, and other function are described.
W463	CXONE-AL@@C-V@/ AL@@D-V@	CX-One Setup Manual	Installing software from the CX- One	Provides an overview of the CX-One FA Integrated Tool Package and describes the installation procedure.
W446		CX-Programmer Operation Manual		
W447	WS02-CXPC@-V@	CX-Programmer Operation Manual Functions Blocks/ Structured Text	Support Software for Windows computers	Describes operating procedures for the CX-Programmer. Also refer to the <i>Software User's Manual</i> (W473) and <i>Instructions Reference Manual</i> (W474) when you do programming.
W469		CX-Programmer Operation Manual SFC Programming	CX-Programmer operating procedure	
W366	WS02-SIMC1-E	CS/CJ/CP/NSJ-series CX-Simulator Operation Manual	Operating procedures for CX- Simulator Simulation Support Software for Windows computers Using simulation in the CX- Programmer with CX- Programmer version 6.1 or higher	Describes the operating procedures for the CX-Simulator. When you do simulation, also refer to the <i>CX-Programmer Operation Manual</i> (W446), <i>Software User's Manual</i> (W473), and <i>CS/CJ/NSJ series Instructions Reference Manual</i> (W474).
W464	CXONE-AL@@C-V@/ CXONE-AL@@D-V@	CS/CJ/CP/NSJ-series CX-Integrator Network Configuration Software Operation Manual	Network setup and monitoring	Describes the operating procedures for the CX-Integrator.