



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

REPORTE FINAL DE RESIDENCIA PROFESIONAL

DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO (ENSAMBLE AUTOMÁTICO DE GUIDE COVER)

REALIZADO EN:

SAMSUNG ELECTRONICS DIGITAL APPLIANCES MÉXICO
S.A. DE C.V.

SARMIENTO CRUZ ROCÍO ELIZABETH

14270633

Asesor interno:

M.C. Raúl Moreno Rincón

Asesor externo:

Ing. Osmar Alan Reyes Lázaro

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; 10 de enero del 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVO	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	6

CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA.....	7
2.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	7
2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	8
2.3 ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN WM.....	11

CAPÍTULO III

FUNDAMENTO TEÓRICO	13
3.1 PARTES PRINCIPALES DE LA SECADORA	13
3.2 AUTOMATIZACIÓN.....	16
3.3 ROBOT KUKA	18
3.3.1 Características	18

3.4 PLC MITSUBISHI SERIE Q	20
3.4.1 Definición	20
3.4.2 Características de la serie Q	21
3.5 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN CC-LINK.....	33
3.5.1 Función de CC-Link.....	33
3.6 HMI.....	36
3.7 SOFTWARE MELSOFT	37
3.7.1 GX Works2.....	37
3.7.2 GT Designer3	39
3.8 SOFTWARE KUKA.WORKVISUAL.....	39
 CAPÍTULO IV	
ACTIVIDADES REALIZADAS.....	40
4.1 METODOLOGÍA	40
4.1.1Cronograma	40
4.1.2 Recursos	43
4.2 DISEÑO MECÁNICO	44
4.2 INTEGRACIÓN	47
4.3.1 Tableros	47
4.3.2 Sistema de ensamble con brazo robótico.....	50
4.3.3 Sistema de suministro y dispensador de piezas Duct Exhaust .	52
4.3.4 Sistema de visión	54
4.4 MAPEO DE SEÑALES.....	55
4.4.1 Mapeo de PLC	56
4.4.2 Mapeo de Robot.....	59

4.4.3 Mapeo de HMI.....	60
4.5 PLC	61
4.5.1 Configuración de PLC	61
4.5.2 Programación de PLC	63
4.6 HMI.....	67
4.6.1 Configuración de HMI	68
4.6.2 Programación de HMI.....	69
4.7 ROBOT KUKA.....	73
4.7.1 Configuración de Robot.....	73
4.7.2 Programación de Robot.....	75
 CAPÍTULO V	
RESULTADOS	80
5.1 INSTALACIÓN EN LÍNEA WC.....	80
5.1 FUNCIONAMIENTO	81
5.3 PRUEBAS EN LÍNEA WC	83
CONCLUSIÓN	86
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	88
ANEXOS	90
ANEXO 1. DISEÑO MECÁNICO	90
ANEXO 2. UBICACIÓN DE E/S CC-LINK	92
ANEXO 3. LISTA DE MATERIALES.....	95
ANEXO 4. MANUAL BÁSICO PLC MITSUBISHI.....	97
ANEXO 5. PROGRAMA PRINCIPAL DE PLC DEL PROYECTO	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la empresa.	8
Figura 2. Lay Out SEM-P.	9
Figura 3. Lay Out Planta WM, Línea C.....	10
Figura 4. Partes principales de la secadora.	14
Figura 5. Partes principales de la secadora.	14
Figura 6. Duct Exhaust.....	15
Figura 7. Interior de la secadora.	16
Figura 8. Ensamble manual del Duct Exhaust.....	16
Figura 9. Ejemplo de un sistema compacto con robot KR.....	19
Figura 10. Semejanza brazo robótico con partes del cuerpo humano.	20
Figura 11. Ejes del brazo robótico.....	20
Figura 12. Diagrama de operación de un PLC.	21
Figura 13. PLC Modular Mitsubishi serie Q.....	21
Figura 14. Unidad base Q38B Mitsubishi.	22
Figura 15. Diagrama de la unidad base Q38B.	22
Figura 16. Módulo de alimentación Q61P Mitsubishi.....	23
Figura 17. Diagrama del módulo de alimentación Q61P.	23
Figura 18. Módulo Q03UDVCPU Mitsubishi.....	24
Figura 19. Diagrama del módulo CPU.....	25
Figura 20. Módulo Simple Motion QD77MS2 Mitusbishi.....	29
Figura 21. Diagrama del módulo Simple Motion.....	30
Figura 22. Diagrama del módulo CC-Link QJ61BT11N.....	31
Figura 23. Configuración de CC-Link.	35
Figura 24. Comunicación de estaciones E/S remotas.	36
Figura 25. Diagrama de bloque de una HMI.....	37
Figura 26. Interfaz del software GX Works2.....	38
Figura 27. Interfaz del software GT Designer3.....	39
Figura 28. Sistema de ensamble.....	44
Figura 29. Rack abastecedor de material.....	44

Figura 30. Sistema dispensador a banda transportadora.	44
Figura 31. Sistema de ensamble de Duct Exhaust.	45
Figura 32. Diseño de proyecto de Duct Exhaust.	45
Figura 33. Plano de diseño del tablero de control.	46
Figura 34. Integración de tablero de control.	47
Figura 35. Tablero de control de Duct Exhaust.	47
Figura 36. PLC serie Q Mitsubishi.	48
Figura 37. Tablero de alimentación.	48
Figura 38. Integración del tablero de E/S CC-Link.	49
Figura 39. Tablero de entradas y salidas CC-Link.	49
Figura 40. Robot KUKA RS 10 R1020.	50
Figura 41. Placa de control del herramental.	50
Figura 42. Herramental del brazo robótico.	51
Figura 43. Sistema de posicionamiento.	51
Figura 44. Barra con grippers neumáticos.	52
Figura 45. Banda transportadora de Duct Exhaust.	52
Figura 46. Servomotores para el sistema de suministro de piezas.	53
Figura 47. Sistema de sujeción del rack.	53
Figura 48. Sistema de suministro de piezas.	54
Figura 49. Sistema de visión.	54
Figura 50. Direccionamiento de señales.	56
Figura 51. Creación de nuevo proyecto.	61
Figura 52. Configuración de parámetros del PLC.	62
Figura 53. Configuración de CPU's.	62
Figura 54. Configuración de la dirección IP.	63
Figura 55. Bloques del programa.	63
Figura 56. Bloque de programa de entradas_PLC_DUCT.	64
Figura 57. Bloque de programa de salidas_PLC_DUCT.	64
Figura 58. Bloque de programa Ethernet_IP_DUCT.	65
Figura 59. Bloque de programa Interfaz_DUCT.	65

Figura 60. Bloque del programa IO_SYST_DUCT.	66
Figura 61. Bloque de programa Servos_DUCT.	66
Figura 62. Bloque de programa principal del Duct Exhaust.	67
Figura 63. Configuración de nuevo proyecto de HMI.	68
Figura 64. Configuración de red Ethernet.	68
Figura 65. Pantallas base de HMI.	69
Figura 66. Pantalla principal HMI.	70
Figura 67. Pantalla de operación manual.	70
Figura 68. Pantalla para centrador de frame manual.	70
Figura 69. Pantalla para dispensador manual.	71
Figura 70. Pantalla de posicionamiento manual del Duct Exhaust.	71
Figura 71. Pantalla principal para controlar de forma manual los servos.	72
Figura 72. Pantalla para modo manual de servos.	72
Figura 73. Pantalla del tiempo de ciclo.	73
Figura 74. Modos de usuario SmartPAD KUKA.	73
Figura 75. Configuración de IP.	74
Figura 76. Selección de tipo de red.	74
Figura 77. Rutinas de programa del robot KUKA.	75
Figura 78. Bloque de programa tool_home.	76
Figura 79. Bloque de programa principal.	76
Figura 80. Bloque de programa para ensamble de DV500.	77
Figura 81. Selección de modo T1.	77
Figura 82. Modos de movimiento.	78
Figura 83. Modificación de posición de robot.	79
Figura 84. Sistema de ensamble automático instalado en línea C, planta WM.	80
Figura 85. Sistema alimentado e instalado en línea WC.	80
Figura 86. Sistema de sujeción de rack.	81
Figura 87. Suministro de piezas en banda transportadora.	81
Figura 88. Posicionamiento del Duct Exhaust para toma de robot.	82

Figura 89. Cámara del sistema de visión.	82
Figura 90. Ensamble del Duct Exhaust.	83
Figura 91. Problema de harnees dentro de secadora.	84
Figura 92. Fallos de ensamble.	85
Figura 93. Tiempo de ciclo de ensamble.	85
Figura 94. Vista frontal del sistema de ensamble.	90
Figura 95. Vista superior del sistema de ensamble.	90
Figura 96. Vista isométrica del sistema de ensamble.	91
Figura 97. Entradas ubicadas en el sistema de suministro.	92
Figura 98. Entradas y salidas en banda transportadora.	93
Figura 99. Entradas y salidas en sistema de posicionamiento.	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos WM.	10
Tabla 2. Partes principales de la unidad base.	22
Tabla 3. Partes principales del módulo de alimentación.	24
Tabla 4. Partes principales del módulo CPU.	26
Tabla 5. Características del módulo de entrada QX40 Mitsubishi.	27
Tabla 6. Diagrama de conexiones y mapeo de señales del módulo de entrada QX40.	27
Tabla 7. Características del módulo de salida QY10 Mitsubishi.	28
Tabla 8. Diagrama de conexiones y mapeo de señales del módulo de salida QY10.	29
Tabla 9. Partes principales del módulo Simple Motion.	30
Tabla 10. Partes principales del módulo CC-Link.	31
Tabla 11. Interface CC-Link.	32
Tabla 12. Resistencias de terminación.	32
Tabla 13. Redes en ambientes de automatización de fábricas (FA).	33
Tabla 14. Familia CC-Link.	34
Tabla 15. Métodos de comunicación de datos.	34
Tabla 16. Tipo de estación que se utiliza en CC-Link.	35
Tabla 17. Cronograma de actividades.	42
Tabla 18. Mapeo E/S PLC.	57
Tabla 19. Mapeo de entradas CC-Link.	58
Tabla 20. Mapeo de salidas CC-Link.	58
Tabla 21. Mapeo de señales del robot.	59
Tabla 22. Mapeo de señales HMI.	60
Tabla 23. Registro de ensambles de prueba.	84
Tabla 24. Lista de materiales.	96

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

En el pasado han ocurrido tres revoluciones dentro del sector industrial, en la primera se implementaron equipos impulsados por vapor para la producción mecánica; en la segunda se introdujo a los procesos la energía eléctrica, dando paso a la producción en masa y creando la división de tareas, mientras que en la tercera se utiliza la electrónica y la informática para la producción automatizada.

La producción automatizada ha hecho posible la reducción de gastos, tiempo y aumento de la calidad en los productos elaborados. Samsung Electronics México Product (SEM-P), ubicada en la ciudad de Santiago de Queretaro, es una industria, la cual; no hace más de tres años comenzó con la implementación de sistemas automatizados para los diferentes procesos de producción que esta industria lleva a cabo para la elaboración de lavadoras, secadoras y refrigeradores.

Actualmente SEM-P está invirtiendo en gran cantidad a la parte de la automatización de la empresa. Y el presente proyecto es un nuevo sistema que se implementara dentro de la planta para conseguir la automatización de la mayoría de los procesos de producción que se llevan a cabo.

Este proyecto consiste en el ensamble automatizado de Guide Cover y Duct Exhaust en los diferentes modelos de secadoras que ensambla la planta SEM-P en sus tres líneas de producción, pero que por el momento se implementara en las líneas B y C.

El proyecto integra el ensamble de dos piezas por separado, el Guide Cover que es una pequeña pieza que sujeta el Top Cover y la segunda es el Duct Exhaust, el cual es un tubo de metal en donde el aire caliente sale de la

secadora, a mi equipo de trabajo le correspondió el desarrollo del sistema de ensamble de la segunda pieza, es decir, del Duct Exhaust. Esta pieza va insertada en un agujero que se encuentra en la parte inferior trasera de la secadora. El Duct Exhaust es un conducto de extracción del aire caliente generado al evaporar el agua de la ropa mojada.

Este proyecto reducirá personal, tiempo de ensamble y así también costos de producción y se espera tener mayor calidad en los productos ensamblados.

Como proyecto de residencia profesional, este sistema de automatización es una gran fuente de conocimientos prácticos como teóricos ya que se involucra la integración de sistemas neumáticos, electrónicos, mecánicos y todo esto acompañado con programación de PLC en conjunto con el robot KUKA y servomotores, por lo que hace que sea una oportunidad para integrar y desarrollar todos los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Electrónica.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Samsung Electronics Digital Appliances México, S.A. de C.V. es una empresa dedicada a la fabricación de aparatos de línea blanca y como empresa líder en tecnología a nivel mundial, tiene como objetivo automatizar todos los procesos de ensamble con lo que cuenta la planta.

La planta SEM-P tiene como propósito para el año 2020, que todos los procesos de ensamble para secadoras, lavadoras y refrigeradores sean de forma automática, pero que al mismo tiempo estos sistemas sean eficientes, es decir; que la inversión que se está generando durante este periodo de implementación de sistemas automatizados, tengan mayores ganancias en un futuro, cumpliendo los objetivos de la reducción de personal de operadores, reducción en tiempo de producción, aumento de calidad en los procesos de ensamble y por lo tanto reducción de costos de producción, creando así mayores ganancias a la empresa y dando mayor confianza y seguridad a los clientes sobre los productos elaborados en esta planta.

Al implementar el sistema de ensamble automatizado del Duct Exhaust, se reduciría el tiempo de producción ya que el ensamble de la pieza sería de forma continua y los tiempos de ensamble se ajustarían a un estándar, ya que no dependería de la eficiencia de trabajo de un operador. Al disminuir tiempos de ensamble es posible alcanzar en menos tiempo la meta de producción diaria, lo que aumentaría la demanda de producción al día y disminuiría los costos de producción.

El sistema automatizado de ensamble del Duct Exhaust, evitara el desgaste de personal que opera durante 8 horas de lunes a viernes, así también disminuirá la probabilidad de lesionarse con la lámina del Duct Exhaust, ya que este, al ser un material delgado, en ocasiones puede provocar cortaduras en las manos.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema de ensamble de Duct Exhaust automatizado dentro del proceso de fabricación de secadoras en las líneas de producción B y C en la planta SEM-P, capaz de mantener un proceso de ensamble preciso, rápido y eficiente, integrado por un Robot KUKA de la línea SR 10 R1420 en conjunto con un sistema de visión; el cual llevará a cabo el ensamble, servomotores de la línea DRS120 los cuales se encargaran de suministrar las piezas al robot y todo esto vinculado por un módulo PLC Mitsubishi de la línea Q, que controlará el sistema en general, el cual podrá ser operado por medio de una interfaz HMI.

1.3.2 Objetivos específicos

- Integrar sistemas y dispositivos electrónicos, mecánicos y neumáticos en el robot, así como también en el sistema de suministro de Duct Exhaust.
- Desarrollar la programación en lenguaje escalera en el módulo PLC, para el suministro de piezas y su respectivo ensamble.
- Desarrollar la programación de posiciones y movimientos del robot KUKA para llevar a cabo el proceso de ensamble.
- Desarrollar un sistema de visión por medio de detección de patrones, para la identificación del punto de ensamblaje.
- Desarrollar la programación de las posiciones de los servomotores encargados de suministrar las piezas de Duct Exhaust al robot.
- Implementar protocolo de comunicación TCP/IP, para la transferencia de información entre dispositivos.
- Desarrollar una interfaz gráfica HMI interactiva y fácil de manejar por cualquier usuario.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de ensamble del Duct Exhaust es realizado de manera manual por medio de un operador. Se introduce la pieza por un agujero que se encuentra en la parte inferior trasera de la secadora y lo rota hacia a derecha de forma que la pieza embone en el motor de la secadora, que enseguida se fija a esta atornillando a la secadora una pestaña que forma parte del Duct Exhaust. El ensamble de esta pieza necesita que un operador la realice, por lo que para lograr la visión de la empresa para el 2020 se necesita automatizar el sistema de ensamble.

La inestabilidad de operadores en línea de producción es uno de los problemas que se tiene en SEM-P ya que estos ocasionan gastos a la empresa, esto se debe a que el personal cambia de empresa o cambia de área dentro de la misma planta, lo que provoca que la empresa necesite dar capacitaciones con más frecuencia.

El tiempo de ensamble es un factor muy importante dentro de la producción de SEM-P ya que se tienen objetivos de producción que se tienen que cumplir día a día, el ciclo de tiempo se llega a afectar ya sea por el estado físico del operador o por la habilidad que tiene este para ensamblar el ducto, es imposible que el tiempo de ensamble sea constante y eso hace que los tiempos de producción varíen y en ocasiones haya retrasos en la producción del día.

Otro de los problemas a resolver es la disminución de daños físicos al operador, ya que al estar continuamente realizando el ensamble, suceden casos en los que se golpea con el hueco donde introduce el Duct Exhaust o se lastima con la pieza ya que esta hecho de un metal muy delgado.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

El sistema de ensamble automatizado del Duct Exhaust es capaz de mantener un tiempo de ensamble constante y podrá estar en funcionamiento durante un periodo de tiempo más extenso que la jornada de trabajo de un operador, lo cual nos disminuirá costos de producción.

La implementación de este sistema de ensamblaje, nos da la oportunidad de agregarle un proceso de atornillado del Duct Exhaust, lo cual nos reduciría aún más el número de operadores y el tiempo de producción.

Al integrar de forma correcta este sistema automatizado en la línea de producción C, se facilitara la instalación de este mismo sistema en las otras dos líneas de producción, implementando así tres sistemas automatizados dentro de la planta WM.

Algunas limitaciones que se pueden encontrar al iniciar con la implementación de este sistema, el tiempo es una de las limitaciones más importantes, ya que se tiene que integrar y dejar funcionando en línea en menos de cuatro meses, uno de los factores que retrasan el proyecto son las pruebas finales de ensamble ya que se tienen que realizar mientras que la línea esta parada, y ese tiempo es muy limitado durante la jornada de trabajo.

CAPITULO II

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

2.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Nombre de la empresa

- Nombre legal:
Samsung Electronics Digital Appliances México [SEDAM]
- Nombre de subsidiaria:
Samsung Electronics México Production [SEM-P]

Domicilio de la empresa

Avenida Benito Juárez, Parque Industrial Querétaro, No. 119
Puerto de Aguirre, Santiago de Querétaro, Querétaro, México.
C.P. 76220

Giro

Única subsidiaria de división electrodomésticos en América, especializada en la manufactura de lavadoras, secadoras y refrigeradores.

Valores

- Gente
- Excelencia
- Cambio
- Integridad
- Prosperidad

Visión global

Dedicaremos nuestra gente y tecnología a crear productos y servicios superiores y así contribuir una mejor sociedad global.

Estructura de la empresa

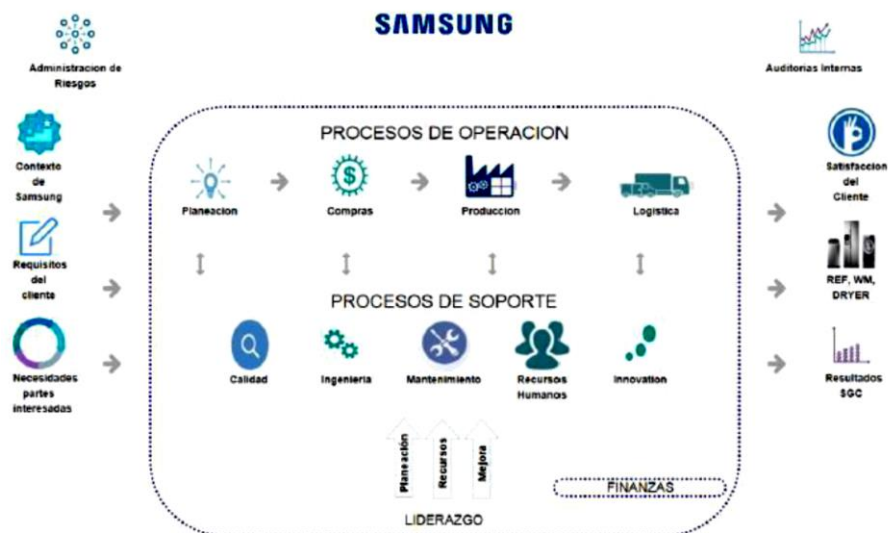


Figura 1. Estructura de la empresa.

2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Samsung Electronics México Product (SEM-P) establecida en Querétaro e inaugurada en el año 2003, es una empresa dedicada a la manufactura de aparatos electrónicos de línea blanca. SEM-P como fabricante de refrigeradores, lavadoras y secadoras, está comprometido con la mejora continua de sus procesos que son congruentes con su reputación de integridad y calidad, a fin de satisfacer los requisitos pertinentes de sus clientes, y partes interesadas, basado en la disponibilidad de estos y en un sistema de gestión de calidad. Promoviendo una cultura de salud, prevención y mejora de la seguridad en el lugar de trabajo, previniendo la contaminación ambiental durante la fabricación de sus productos y cumpliendo con los requisitos legales aplicables.

SEM-P está conformado por cuatro plantas de producción, como se muestra en la figura 4. Una de ella es la planta de REF en donde se producen refrigeradores; la planta de Injection, donde se lleva a cabo la inyección de plástico; la planta de PBA, donde se ensamblan las tarjetas electrónicas y la

planta WM en donde se producen lavadoras y secadoras y en la cual será desarrollado el presente proyecto.



Figura 2. Lay Out SEM-P.

La planta WM consta de tres líneas de producción (A, B y C), la línea de producción A produce lavadoras y secadoras de distintos modelos, la línea B produce diferentes modelos de secadoras y la línea C que se enfoca en principalmente en producir un modelo de secadora.

El proyecto de ensamble de Duct Exhaust será implementado en la línea WC.

Productos WM

Como se mencionó anteriormente la planta SEM-P está dedicada a producir lavadoras, secadoras y refrigeradores. Todos estos productos son vendidos en México y a países como Panamá, Estados Unidos, Canadá, Brasil y otros. En la siguiente tabla se muestran algunos de los productos que se producen.

SECADORAS			
			
DV5300N	DV3100N	DV550N	DV9900N

LAVADORAS			
			
WA19N6780CV	WA17F7L2UDW	WA19J6750LV	WA20M3100AW

Tabla 1. Productos WM.

La línea comienza con el suministro del frame (cobertura de lámina que forma a estructura), después esta es doblada formando la estructura de la secadora, siguiendo con el ensamble de la base por medio de caulking, después se le pegan etiquetas de código de barra, se conectan arneses, se ensambla el Drum Back, seguido por el ensamble del motor, el dryer, el panel de control, y se prosigue con la conexión de todo lo instalado, después se ensambla el Duct Exhaust, se pegan etiquetas de advertencia, se revisa el funcionamiento, se empaca y se lleva a almacén de envío. El proyecto es instalado en la línea C de la planta WM y se encuentra ubicado en la parte marcada en el layout presentado en la siguiente figura.

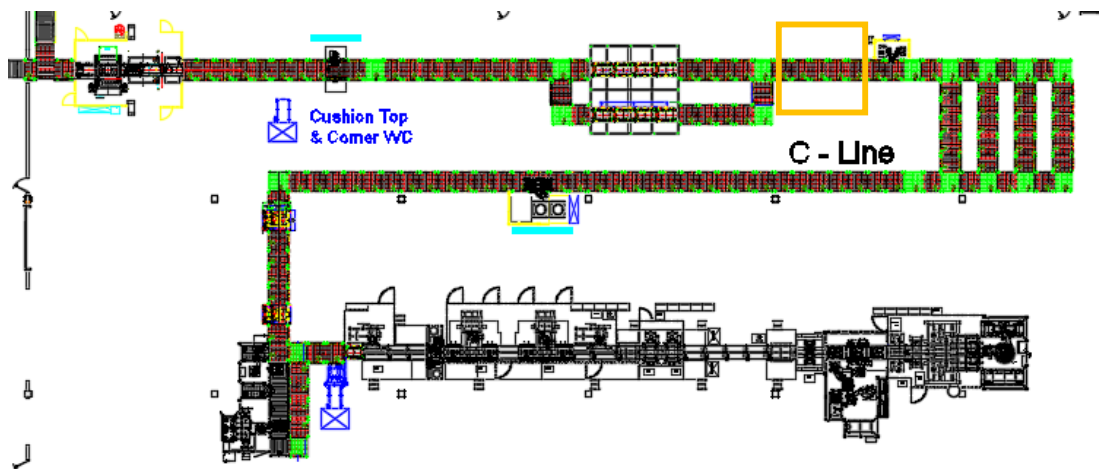


Figura 3. Lay Out Planta WM, Línea C.

2.3 ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN WM

La planta WM está integrada por diferentes áreas, una de ellas es el área de producción en donde podemos encontrar el área de Ingeniería de proceso y de la cual el área de Automatización forma parte.

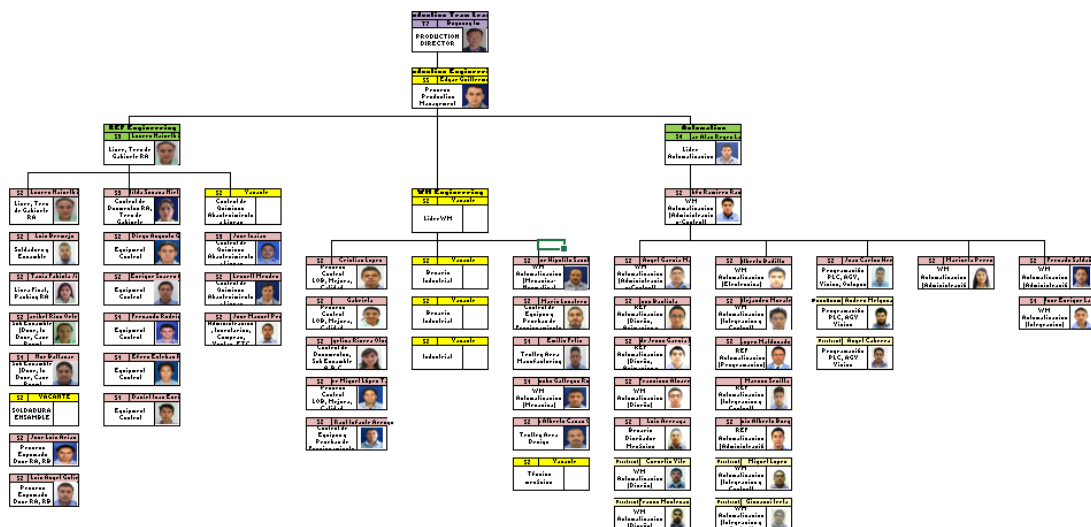
La ingeniería de procesos es, en términos de gestión, el alma de cualquier proyecto. Por eso mismo agrupa saberes, conocimientos, técnicas y estrategias provenientes de distintos campos y disciplinas. Entre sus principales funciones podemos mencionar:

- **Mejora de los procesos:** a la ingeniería de procesos le interesa que los proyectos evolucionen con el tiempo hasta alcanzar los resultados previstos. Por ello, su principal función es dotar a las personas involucradas en ellos para que sus acciones sean mejores y más eficaces.
- **Planteamiento de soluciones:** un ingeniero de procesos también se encarga de idear soluciones a los distintos retos que pueden surgir cuando se desarrolla un proyecto. Con ese objetivo, debe conocer a fondo el proceso y tener una capacidad de respuesta inmediata; de lo contrario, la continuidad de las tareas puede quedar en entredicho.
- **Gestión de suministro:** cada fase exige requerimientos nuevos. La ingeniería de procesos debe garantizar la presencia de los recursos adecuados en cada una de ellas, así como negociar con los proveedores y distribuidores y fijar las condiciones para la adquisición de material y la mano de obra. Es decir, el suministro en sí mismo.
- **Monitorización del rendimiento:** aunque es una labor que realiza indirectamente, la ingeniería de procesos también se ocupa de monitorizar y seguir de cerca el estado de cada tarea, pues sólo de esta manera es posible elaborar previsiones y estar al tanto de las novedades.

- **Gestión de calidad:** antes hemos hablado de la mejora como uno de los principios de la ingeniería de procesos. Pues bien, en casos especialmente complejos, es necesario que se añada la gestión de calidad, es decir, el cumplimiento de ciertos estándares que avalen los resultados. La gestión de calidad es un elemento fundamental en los procesos que suponen la elaboración de productos o servicios.
- **Desarrollo de nuevos proyectos:** un ingeniero de procesos no se retira cuando el proyecto acaba. Al contrario, su labor debe ser continua: tomando como base experiencias anteriores, debe diseñar, planificar y desarrollar nuevos proyectos en su área. En ese sentido, es alguien que siempre está en permanente búsqueda de nuevas ideas.

El área encargada del desarrollo e implementación de nuevos sistemas automatizados de ensamble es el área de automatización, el cual se encarga de diseñar, integrar e implementar nuevos proyectos de automatización que brindaran mejoras al proceso de producción de la planta.

Organigrama



CAPITULO III

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 PARTES PRINCIPALES DE LA SECADORA

La secadora es un aparato electrodoméstico que se utiliza para secar ropa después de su lavado. Su funcionamiento básico consiste en la introducción forzada de aire caliente en el interior de un tambor giratorio de capacidad variable, dentro del cual va dando vueltas lentamente la ropa húmeda.

Las secadoras tienen un ducto por el cual se introduce el aire para generar vapor, la forma en la que se calienta el aire introducido puede ser mediante dos formas:

- Secadora eléctrica
Calienta el aire por medio de resistencias eléctricas (heater), por lo tanto es necesario alimentarla de corriente eléctrica para su funcionamiento.
- Secadora de gas
Calienta el aire por medio de una flama (burner), la cual necesita de gas lp para su funcionamiento.

Existen dos tipos principales de secadora en función del destino del aire residual que sale cargado de humedad:

- Secadora de condensación
Esta secadora no elimina la humedad al exterior, sino que condensa el vapor cuando entra en contacto con el condensador de aire frío. Tiene un depósito de agua que se debe evacuar periódicamente.
- Secadora de evacuación
Esta secadora elimina la humedad al exterior en forma de vapor y lo hace por medio de un tubo por el que sale el aire caliente del interior. A este tubo por donde se expulsa el vapor se le llama Duct Exhaust.

En la siguiente imagen se muestran las partes principales de una secadora.

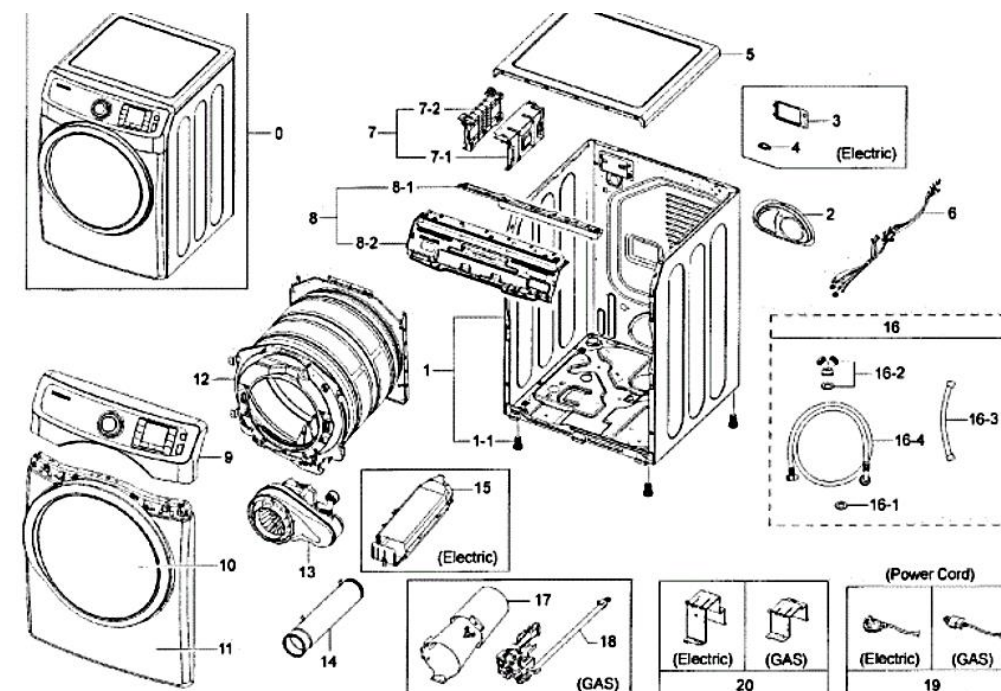


Figura 4. Partes principales de la secadora.

PARTES PRINCIPALES DE LA SECADORA			
0	Set Dryer	10	Assy Door
1	Frame	11	Assy Frame FRONT
1-1	Adjustable Leg	12	Assy Drum
2	Cover-Back	13	Motor
3	Power Cover Assy	14	Duct Exhaust
4	Holde	15	Heating (Electric)
5	Assy Cover TOP	16-1	Seal-Weater
6	Assy Wire Harness-Main	16-2	Hose Connector
7	Assy Holder PCB	16-3	Assy Hose Connector
7-1	Holde	16-4	Assy Hose Water
7-2	Assy Holder PCB	17	Duct Burner
8	Guide-Panel	18	Burner
8-2	Frame-Plate	19	Power Cord
9	Panel Control	20	Base Heater/Burner

Figura 5. Partes principales de la secadora.

Ensamble manual de Guide Cover

Como se mencionó en un principio el proyecto también ensamblara una pieza llamada Guide Cover, como se pudo observar en la imagen anterior el Guide Cover es una pieza pequeña, que se ensambla en la parte superior de la secadora, esta necesita de 4 a 6 piezas para que la pieza de Cover Top pueda ensamblarse en la parte superior de la secadora. La pieza se puede observar en la siguiente imagen.

Ensamble manual del Duct Exhaust

El Duct Exhaust es la pieza con la que me correspondió trabajar en este proyecto. El Duct Exhaust es un tubo de aluminio de 12 cm de diámetro por 50 cm de longitud, en la parte que ensambla con el motor este tiene una esponja protectora, y en la parte frontal tiene una pestaña la cual ensambla con el frame de la secadora por medio de un tornillo. Tiene como función expulsar el vapor que produce la secadora al calentar el aire que se le introduce.



Figura 6. Duct Exhaust.

Actualmente en la línea de producción esta pieza se ensambla de forma manual, se introduce por un hueco ubicado en la parte inferior trasera de la secadora y este llega a ensamblar en el motor que se encuentra dentro (ver figura 7). Para esto el operador debe introducir el Duct Exhaust (ver figura 7) y girar levemente hacia la derecha y hacer que la pestaña coincida con el agujero donde ira el tornillo.



Figura 7. Interior de la secadora.



Figura 8. Ensamble manual del Duct Exhaust.

3.2 AUTOMATIZACIÓN

¿Qué es la automatización?

La palabra automatización engloba un amplio abanico de sistemas y procesos en los cuales se requiere la mínima intervención del ser humano, además debe de ser un sistema “flexible” el cual se debe ajustar de distintas maneras a los posibles cambios en momentos puntuales.

¿Por qué requiere la industria una mayor automatización?

- Para intentar eliminar las tareas manuales en aquellas acciones que requieran una serie de conocimientos/habilidades especiales.

- Eliminación de trabajos repetitivos (perjudiciales para la salud) y de un alto riesgo de peligrosidad del personal.
- Para mejorar la uniformidad y calidad del producto.
- Para mejorar la productividad, ya que se tiene un mejor control de la producción y se aumenta la productividad reduciendo los costos de manufactura.

Todo esto también genera una serie de inconvenientes de la automatización los cuales pueden ser: el incremento de los costes fijos, incremento del mantenimiento y reducción de la flexibilidad de los recursos.

Tipos de automatización

La *automatización fija* (productos con gran índice de demanda y volumen) Este tipo de producción tiene un alto costo y se ha de tener en cuenta que su ciclo de vida es el mismo que el del producto que se fabrica.

Ejemplo: Líneas mecanizadas de ensamblaje y líneas de transferencia de maquinado

La *automatización programable* (productos con bajo índice de demanda y gran diversidad de productos). En este caso los equipos de producción se diseñan para poder adaptarse a las variantes de los distintos tipos de productos que se fabrican. Estas adaptaciones se realizan por medio de programación (software).

Ejemplo: Robots industriales, control numérico, PLC's, reles programables, etc...

La *automatización flexible* (productos con un índice medio de demanda). Estos sistemas combinan tanto elementos de la automatización fija como programada. Suele estar constituidas por diferentes estaciones de trabajo interconectadas entre si y controladas por un ordenador.

3.3 ROBOT KUKA

Comparado con otros inventos técnicos, el robot es relativamente joven. El primer robot industrial a escala internacional se instaló a mediados del siglo XX. Fue en 1974 cuando apareció en el mercado el primer robot con accionamiento eléctrico y controlado por un microprocesador. En el año 1996 KUKA Robot Group logró desarrollar robots industriales con unidad de control basada en PC. Este acontecimiento fue el inicio de la “mecatrónica”, la cual es una interacción entre software, sistema de control y mecánica.

Hoy en día los robots son capaces de múltiples tareas como: manipular, apilar, comprobar, pulir o afilar. Los cuales adicionados con garras y sensores les da mayor habilidad para el desarrollo de tareas, hoy en día los robots tienen diversas aplicaciones.

La Organización Internacional de Estándares (ISO) considera un robot industrial como un: “Manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas”

De entre las definiciones más completas se encuentra la de la Federación Internacional de Robótica (IFR) la cual define al robot industrial como: “Una máquina automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes, que mediante herramientas o dispositivos especiales puede posicionar, orientar y/o mecanizar materias o piezas, ejecutando trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, según uno o varios programas establecidos, siendo éstos modificables o adaptables de forma automática, mediante sensores, o de forma manual por el usuario”

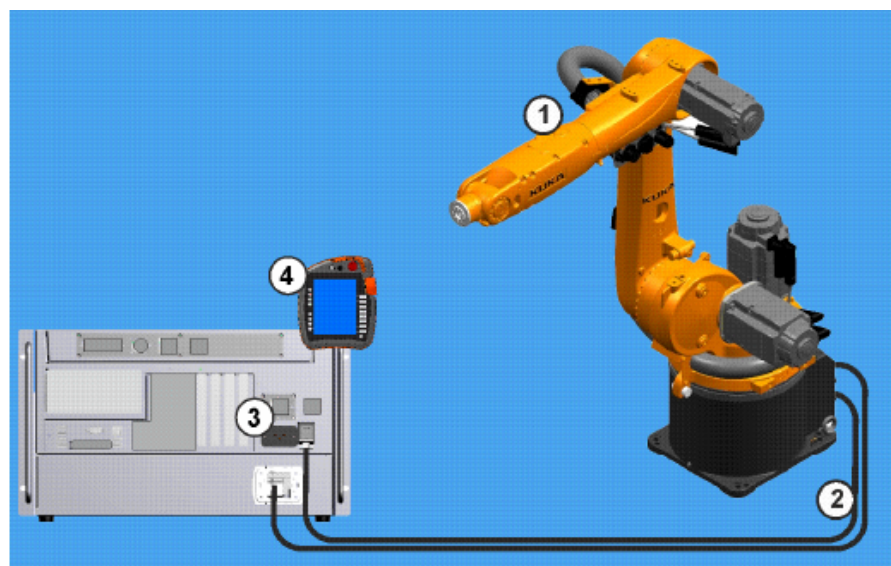
3.3.1 Características

El robot Kuka KR 10 es un robot de 6 grados de libertad de carga ligera por lo cual es adecuado para actividades tales como montar piezas pequeñas o lijar,

pulir y pegar, cada eje tiene un rango de movimiento limitado por software como medida de seguridad.

El KR 10 posee movimiento que abarca un espacio de trabajo muy útil para diversas.

El funcionamiento del robot se puede dividir en 4, [1] Manipulador, [2] Cables de conexión, [3] Controlador, [4] Kuka Control Panel (KCP). Este modelo del robot Kuka es capaz de soportar en su muñeca una carga de 6 Kg.



1 Manipulator

2 Connecting cables

3 Robot controller, KR C4 compact

4 Teach pendant, KUKA smart-PAD

Figura 9. Ejemplo de un sistema compacto con robot KR.

Su constitución física se asemeja mucho a la anatomía de las extremidades superiores del cuerpo humano en cuanto a movilidad de articulaciones se refiere. Esta imitación al cuerpo humano es por la gran variedad de movimientos que podemos realizar nosotros con cada articulación.

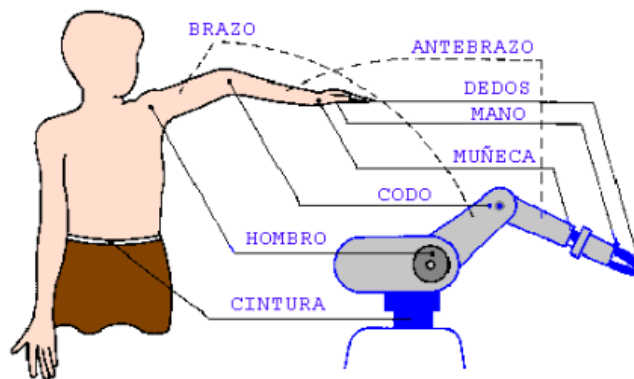


Figura 10. Semejanza brazo robótico con partes del cuerpo humano.

Los robots del tipo antropomórficos son robots manipuladores con forma de brazo, por lo general con 6 o más grados de libertad (gdl) y que suelen incorporar una muñeca articulada para controlar la orientación de la herramienta (normalmente con 3 gdl) y el resto de articulaciones para posicionar la herramienta en el espacio Cartesiano

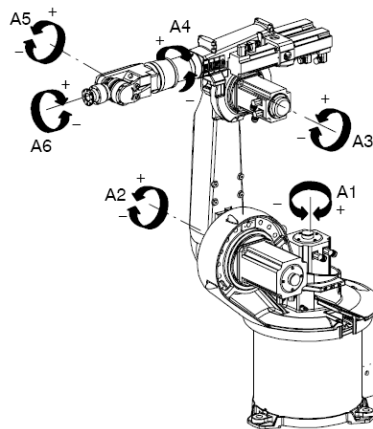


Figura 11. Ejes del brazo robótico.

3.4 PLC MITSUBISHI SERIE Q

3.4.1 Definición

Un PLC (Controlador lógico programable) es un tipo de computadora digital de diseño robusto, destinado a realizar el control de secuencias y operaciones lógicas. Típicamente se utiliza para controlar las señales eléctricas que se envían a los dispositivos de salida en base a las señales eléctricas que recibe

provenientes de los dispositivos de entrada. Los controladores programables necesitan de un programa, que se puede crear mediante un software especializado instalado en una computadora personal. Los programas se pueden modificar fácilmente para permitir que el PLC lleve a cabo diferentes funciones según sea su aplicación.

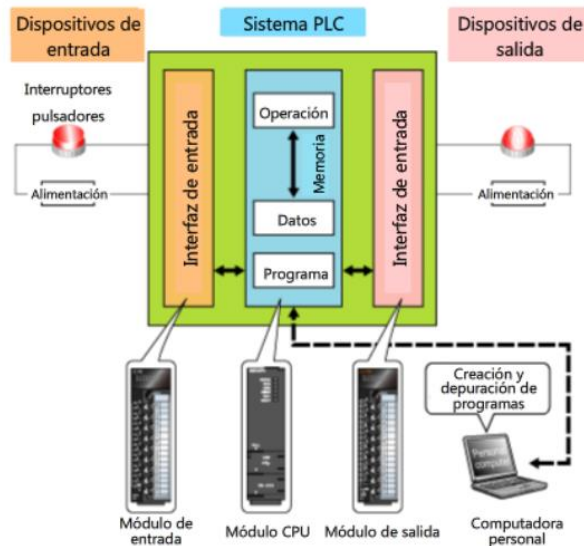


Figura 12. Diagrama de operación de un PLC.

3.4.2 Características de la serie Q

El sistema está formado, básicamente por una unidad base, un módulo de alimentación y un módulo CPU.

Permite añadir módulos adicionales en función de la aplicación.

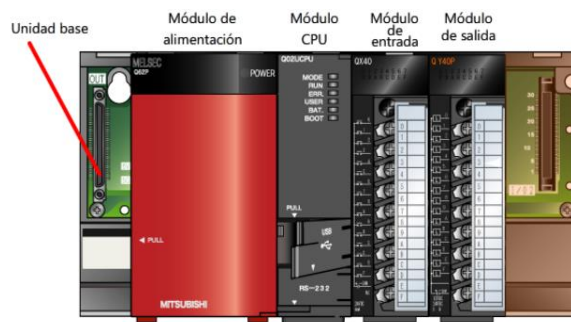


Figura 13. PLC Modular Mitsubishi serie Q.

1. Unidad base

La unidad base Q38B (a veces llamada base rack) es la base de los sistemas de la Serie Q. Todos los módulos de la CPU están instalados en él, junto con una fuente de alimentación, módulos E / S y módulos de funciones especiales. Además de proporcionar soporte físico a los módulos de componentes, la unidad base permite la comunicación y distribución de energía entre módulos.



Figura 14. Unidad base Q38B Mitsubishi.

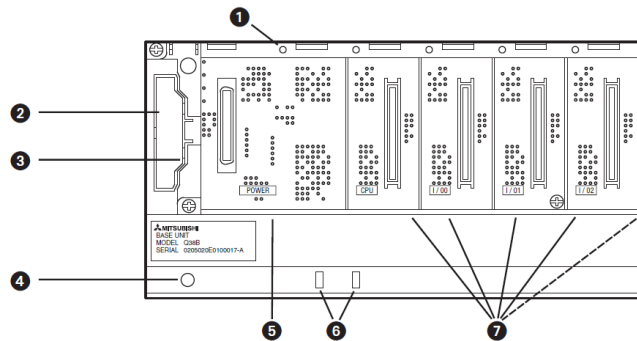


Figura 15. Diagrama de la unidad base Q38B.

Nº	Descripción
1	Agujero roscado para la fijación adicional de los módulos con un tornillo M3 x 12.
2	Conexión para el cable de extensión.
3	Cubierta de la conexión del cable.
4	Perforaciones de fijación.
5	Slot para la unidad de alimentación.
6	Agujeros para la fijación de la unidad base a un adaptador para el montaje en un carril DIN.
7	Slots para módulos.

Tabla 2. Partes principales de la unidad base.

2. Módulo de alimentación

Una unidad de alimentación ofrece la tensión de alimentación necesaria para la CPU, los módulos de entrada / salida y los módulos especiales.



Figura 16. Módulo de alimentación Q61P Mitsubishi.

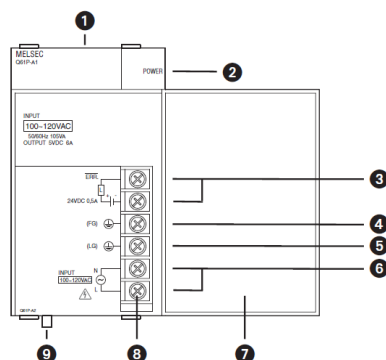


Figura 17. Diagrama del módulo de alimentación Q61P.

Nº	Descripción
1	Perforación para tornillo de fijación.
2	LED POWER Cuando este LED se ilumina, la unidad de alimentación está proporcionando la tensión requerida (5 V DC) para el PLC.
3	Salida de avisos de error (máx. 24 V, 0.5 A) Esta salida se desconecta cuando la CPU descubre un error.
4	Borne de puesta a tierra FG. Conexión del conductor de protección.
5	Borne de puesta a tierra LG. Conexión de la puesta a tierra de un filtro de tensión.
6	Entrada de tensión.

	Bornes para la conexión de la tensión de entrada de la unidad de alimentación.
7	Cubierta abatible de los bornes de conexión.
8	Tornillos de bornes (M3.5 x 7).
9	Fijación. Este bloqueo elástico facilita la retirada del módulo de la unidad base.

Tabla 3. Partes principales del módulo de alimentación.

3. Módulo CPU

La CPU (Central Processing Unit) es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas.

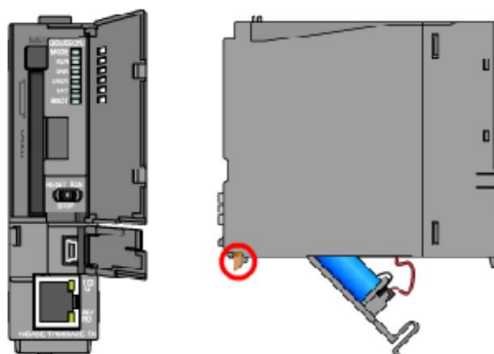


Figura 18. Módulo Q03UDVCPU Mitsubishi.

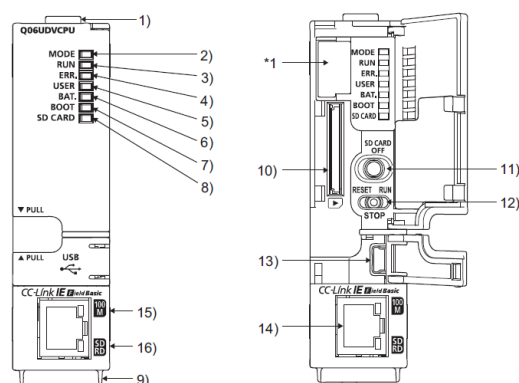


Figura 19. Diagrama del módulo CPU.

Nº	Descripción
1	Gancho utilizado para fijar el módulo a la unidad base.
2	MODE - Indicación del modo de funcionamiento. <ul style="list-style-type: none"> • VERDE: Modo Q • NARANJA: Modo A
3	RUN – Indicación del estado de funcionamiento de la CPU. <ul style="list-style-type: none"> • ON: El PLC procesa el programa cíclicamente (modo de funcionamiento RUN). • OFF: La CPU ha sido puesta en el modo de funcionamiento STOP o se ha producido un error que interrumpe el procesamiento del programa. • PARPADEA: Después de un cambio de programa o de parámetro en modo de ATOP, el interruptor RUN/STOP ha sido conmutado de STOP a RUN, pero la CPU no se encuentra en modo RUN.
4	ERR. – Indicación de errores <ul style="list-style-type: none"> • ON: Durante el autodiagnóstico se da detectado un error que no da lugar a una interrupción del programa. • OFF: La CPU funciona sin errores. • PARPADEA: Se ha detectado un error que da lugar a una interrupción del programa.
5	USER – Indicación de avisos relevantes para el usuario.
6	BAT – Indicación del estado de la batería. <ul style="list-style-type: none"> • ON: Tensión demasiado baja de la batería. • OFF: Tensión de la batería normal.

7	BOOT – Indicación del proceso de boot. <ul style="list-style-type: none"> • ON: Se está cargando el programa. • OFF: No se está realizando ningún proceso de boot. • PARPADEA: Con la función de transferencia automática, se han transferido datos con éxito a la memoria ROM estándar.
8	SD CARD – Indicación del estado de la memoria SD.
9	Muestra el número serial.
10	Expulsión de la tarjeta de memoria.
11	Seguro para la expulsión de la tarjeta SD.
12	Interruptor de modos de funcionamiento. <ul style="list-style-type: none"> • RUN: Se está procesando un programa PLC. • STOP: No se está procesando un programa PLC. • RESET: Reset de avisos de error, inicialización de la CPU.
13	Interface USB para la conexión de una herramienta de programación.
14	Interface Ethernet (RJ 45) para la conexión de una herramienta de programación.

Tabla 4. Partes principales del módulo CPU.

4. Módulo de Entradas y Salidas

Módulo de Entrada QX40

Los módulos de entrada digitales procesan informaciones de entrada y salida (IN/OUT) que reciben de otros equipos en forma de señales eléctricas para reenviarlas al módulo de CPU.

Todas las entradas están aisladas mediante optoacoplador. De esta forma el delicado sistema electrónico del PLC no resulta influido por interferencias electromagnéticas ocasionadas por aparatos externos.

Conexión de emisores de lógica negativa (tipo “sink”)

Un emisor de lógica negativa conecta el polo negativo de una fuente de tensión con una entrada PLC. El potencial de referencia común de todas las entradas de un grupo es el polo positivo de la fuente de tensión. Con el emisor conectado sale corriente del módulo de entrada, el emisor

actúa como colector de corriente, de ahí la denominación inglesa “sink” (colector).

Característica		Datos técnicos
Denominación del módulo		QX40
Entradas		16
Aislamiento		Por optoacoplador
Tensión nominal de entrada		24 V DC (+20/-15 %, ondulación hasta 5 %)
Corriente de entrada		Aprox. 4 mA
Entradas de conexión simultánea		100 % (todas las entradas pueden estar conectadas al mismo tiempo.)
Pico de corriente de conexión		Máx. 200 mA para 1 ms (a 132 V AC)
Tensión y corriente para CONECTADO		≥ 19 V DC / ≥ 3 mA
Tensión y corriente para DESCONECTADO		≤ 11 V DC / $\leq 1,7$ mA
Resistencia de entrada		Prox. 5,6 k Ω
Tiempo de reacción	OFF \rightarrow ON	1, 5, 10, 20, 70 ms (parametrizable, valor predefinido: 10 ms)*
	ON \rightarrow OFF	

Tabla 5. Características del módulo de entrada QX40 Mitsubishi.

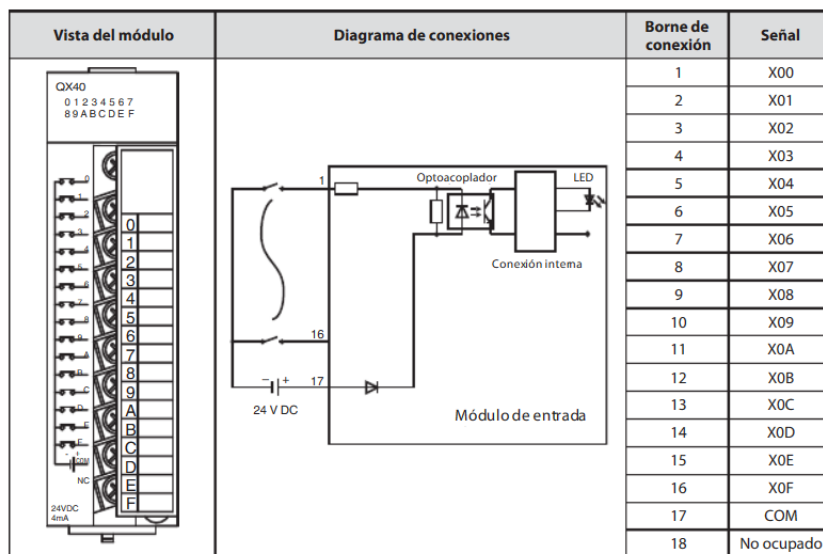


Tabla 6. Diagrama de conexiones y mapeo de señales del módulo de entrada QX40.

Módulo de salida QY10

Los módulos de salida digitales reciben órdenes de salida del módulo de CPU y conectan entonces la salida correspondiente, poniendo así a ON o a OFF el equipo externo conectado a dicha salida.

Módulo de salida de relé

Los módulos de salida del relé contienen un relé por salida cuyo contacto de conmutación conecta de nuevo la tensión de carga conectada. De esta forma se consigue separación entre la tensión interna del PLC y las cargas externas.

- **Ventajas**

- Un módulo puede conectar diferentes tensiones.
- Contactos equipotenciales.
- Es posible conectar corrientes elevadas.

- **Desventajas**

- Lento (máx. 1Hz).
- Duración limitada (electromecánica).
- Peligro de contactos de conmutación quemados.
- Ruido audible (se escucha al conectar).

Característica		Datos técnicos
Denominación del módulo		QY10
Salidas		16
Aislamiento		Por relés
Tensión nominal de salida / corriente de salida		24 V DC 2 A (carga en ohmios) por salida 240 V AC 2 A ($\cos\phi = 1$) por salida; máx. 8 A por grupo
Carga mínima de conmutación		5 V DC / 1 mA
Tensión máx. de conmutación		125 V DC / 264 V AC
Tiempo de reacción	OFF → ON	≤ 10 ms
	ON → OFF	≤ 12 ms

Tabla 7. Características del módulo de salida QY10 Mitsubishi.


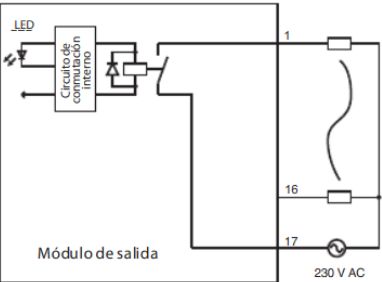
Vista del módulo	Diagrama de conexiones	Borne de conexión	Señal
		1	Y00
		2	Y01
		3	Y02
		4	Y03
		5	Y04
		6	Y05
		7	Y06
		8	Y07
		9	Y08
		10	Y09
		11	Y0A
		12	Y0B
		13	Y0C
		14	Y0D
		15	Y0E
		16	Y0F
		17	COM
		18	No ocupado

Tabla 8. Diagrama de conexiones y mapeo de señales del módulo de salida QY10.

5. Módulos especiales

Módulos Simple Motion QD77MS

Son módulos especiales controlados por la CPU. Pueden controlar movimientos complejos por medio de servoamplificadores y motores conectados.

- **Número de ejes controlables**

QD77MS2: hasta 2 ejes

QD77MS4: hasta 4 ejes



Figura 20. Módulo Simple Motion QD77MS2 Mitusbishi.

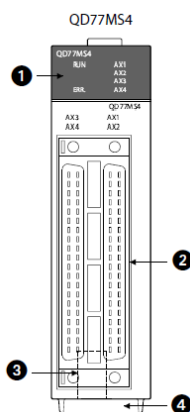


Figura 21. Diagrama del módulo Simple Motion.

Nº	Descripción			
1	Indicación LED	RUN	Indicación del estado de funcionamiento del módulo	
			●	Funcionamiento normal
			○	Error de hardware Error de temporizador Watch-Dog
		ERR.	Indicación de errores	
			●	Error de sistema
			◆	Error en un eje (cuando parpadea también el LED AX)
		AX1-AX2 AX1-AX4 AX	○	Funcionamiento normal
			Visualización de estado de los ejes	
			●	El eje correspondiente está en funcionamiento. ①
		AX1-AX4	◆	Error en el eje correspondiente ②
			○	El eje correspondiente está parado o en standby. ③
		Todos los LEDs	●	Error de hardware
2	Conexión para señales externas (hembrilla de 40 pines)			
3	Conexión óptica SSCNETIII/H para el servoamplificador (en la parte inferior del módulo)			
4	Número de serie del módulo			

●: LED ON, ◆: LED parpadea, ○: LED OFF

Tabla 9. Partes principales del módulo Simple Motion.

Módulo CC-Link QJ61BT11

EIQJ61BT1 es un sistema CC-Link que se puede utilizar como estación máster o local y sirve para controlar y vigilar las entradas y salidas descentralizadas.

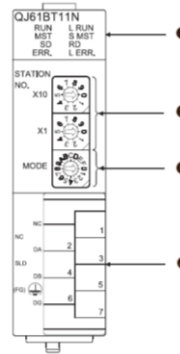


Figura 22. Diagrama del módulo CC-Link QJ61BT11N.

Nº	Descripción	Significado
1	Indicación LED	● RUN: Funcionamiento normal
		○ RUN: Se ha producido un error
		● ERR.: Se ha producido un error
		▶ ERR.: Error de comunicación de una estación
		● MST: El módulo funciona como estación master
		○ MST: El módulo funciona como estación master de reserva (standby)
		● S MST: El módulo funciona como estación master de reserva (standby)
		○ S MST: El módulo funciona como estación master
		● L RUN: Error de comunicación (host)
2	STATION NO.	● L ERR.: Error de comunicación (host)
		▶ L ERR.: Se ha cambiado la posición de interruptor 2 ó 3 con la tensión de alimentación conectada
3	MODE	○ L ERR.: No hay disponible ninguna resistencia de terminación
		● SD: Se envían datos
4	Bloque de bornes	● RD: Se reciben datos.

●: LED se ilumina, ▶: LED parpadeando, ○: LED apagado

Tabla 10. Partes principales del módulo CC-Link.

Interface CC-Link

Velocidad de transmisión	156 kbps	625 kbps	2,5 Mbps	5 Mbps	10 Mbps
Posición de interruptor *	0	1	2	3	4
Modo de funcionamiento	Online				
Posición de interruptor *	5	6	7	8	9
Modo de funcionamiento	Prueba de línea: Estación n° 0: Prueba de línea 1 Estación n° 1-64: Prueba de línea 2				
Posición de interruptor *	A	B	C	D	E
Modo de funcionamiento	Comprobación del hardware				

Tabla 11. Interface CC-Link.

Resistencias de terminación

Cada uno de los extremos de una red CC-Link tiene que disponer de una resistencia de terminación. Las resistencias suministradas hay que conectarlas a los bornes DA y DB. En función de la línea de datos CC-Link empleada, las resistencias de terminación tienen que tener los valores siguientes.

Cable de datos CC-Link	Valor de resistencia
Cable CC-Link	110 Ω , 1/2 W
Línea CC-Link compatible con versión 1.10	
Línea CC-Link de alto rendimiento	130 Ω , 1/2 W

Tabla 12. Resistencias de terminación.

3.5 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN CC-LINK

3.5.1 Función de CC-Link

CC-Link es una abreviatura de Control & Communication Link (Enlace de Control y Comunicación). Su propósito es integrar el control y la comunicación del sistema.

CC-Link es una red abierta. Sus especificaciones han sido ampliamente divulgadas a proveedores de sensores y válvulas que se utilizarán en ambientes FA. Las redes FA se utilizan para los dos fines que se indican a continuación.


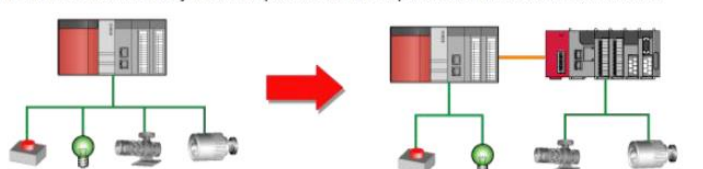
Conexión en red	Descripción
Intercambio de información (Transmisión cíclica entre la estación maestra y las estaciones locales)	<p>La información se comparte con el sistema de controlador programable. Al conectar los dispositivos distribuidos (controladores) a través de una red, usted puede mejorar la flexibilidad, capacidad de expansión y facilidad de mantenimiento de su sistema de automatización.</p> 
Distribución de dispositivos de E/S (Transmisión cíclica entre la estación maestra y las estaciones remotas)	<p>No solo es posible que encuentre problemas al extender simplemente las líneas de E/S, sino también es posible que necesite un área extra para agrupar líneas gruesas de E/S. Para resolver esto, puede usar los sistemas distribuidos de E/S para transferir el estado de E/S a través de la red sin cablear las líneas de E/S. Al guardar los programas secuenciales en una sola CPU de controlador programable, podrá configurar sus sistemas deseados de una manera rentable y desde allí podrá encontrar rápidamente las secciones defectuosas.</p> 

Tabla 13. Redes en ambientes de automatización de fábricas (FA).

La siguiente tabla muestra las diferencias en cada uno de los productos de la familia CC-Link.

Tipo	Características	Velocidad	Cableado
Controlador IE de CC-Link	Alta velocidad y fiabilidad (resistente al ruido y la perturbación)	1 Gbps*1	Fibra óptica
Campo IE de CC-Link	Cableado flexible de alta velocidad	1 Gbps*1	Topologías múltiples*2
CC-Link	Configuración de sistema de costo relativamente bajo, una serie de dispositivos comprobados que pueden conectarse	156 kbps a 10 Mbps	Conexión de bus*3

Tabla 14. Familia CC-Link.

Métodos de comunicación de datos

Los dos métodos de comunicación de datos siguientes se usan para las redes de controladores programables.

La tabla a continuación identifica sus diferencias y ventajas.

Método	Resumen de la comunicación de datos	Programa para enviar/recibir datos
Transmisión cíclica	De manera cíclica y automática envía/recibe los datos en las áreas especificadas con antelación por los parámetros de red*1.	No es necesario (Envía/recibe datos en función de los ajustes de los parámetros de red.)
Transmisión transitoria	Envía/recibe datos entre transmisiones cíclicas, solo cuando se produce una solicitud de comunicación entre los PLC de la red.	Necesario (Envía/recibe datos en función de los programas a los que se asignan comandos especiales.)

Tabla 15. Métodos de comunicación de datos.

Tipos de componentes

Un sistema CC-Link consta de los siguientes cuatro dispositivos.

Tipo de estación		Descripción	Ubicación
Estación maestra		Administra y controla el sistema de enlace de datos. Posee la información de control de la red (parámetros de red). Se requiere una estación por sistema.	En la base
Estación esclava	Estación local	Se comunica con la estación maestra y con otras estaciones locales. El módulo es idéntico al de la estación maestra, pero al ser una estación local, los ajustes difieren.	En la base
	Estación de dispositivo inteligente	Efectúa transmisiones cíclicas y transitorias. Las estaciones locales se consideran también estaciones de dispositivo inteligente.	Separadas de la CPU del controlador programable
	Estación remota	Incluye una estación E/S remota (maneja datos en bits) y una estación de dispositivo remoto (maneja datos en bits y datos de palabra). Solo efectúa transmisiones cíclicas. No se realizan transmisiones transitorias.	Separadas de la CPU del controlador programable

Tabla 16. Tipo de estación que se utiliza en CC-Link.

Cada uno de los dispositivos se cablea tal como se observa a continuación.

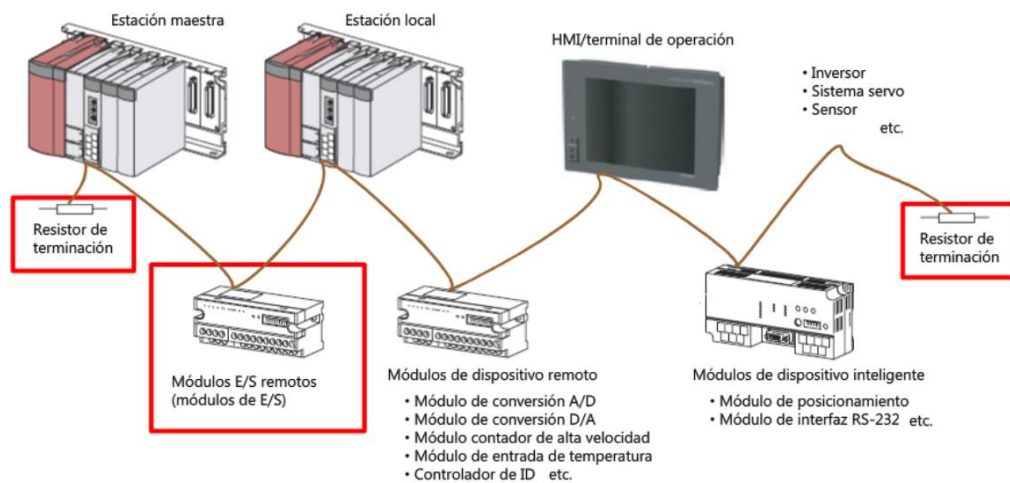


Figura 23. Configuración de CC-Link.

Comunicación de estaciones E/S remotas

- La información de bits (activado/desactivado) se transmite por medio de dispositivos de entrada remota (RX) y dispositivos de salida remota (RY).
- No es posible describir directamente los dispositivos E/S remotos (RX/RX) en un programa secuencial.
- Los dispositivos de E/S remota y los dispositivos de CPU de controlador programable se actualizan automáticamente en función de las asignaciones ajustadas en los parámetros de red.

Con la función de actualización automática se puede efectuar la programación como si se estuviese accediendo a los módulos montados en la base.

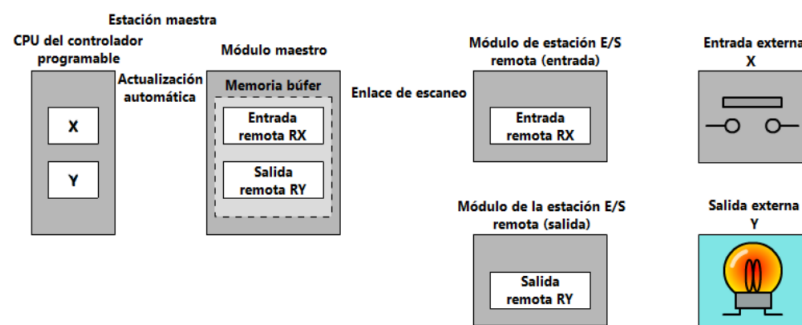


Figura 24. Comunicación de estaciones E/S remotas.

3.6 HMI

El Interfaz Hombre-Máquina (HMI) es el interfaz entre el proceso y los operarios; se trata básicamente de un panel de instrumentos del operario. Es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar y controlar procesos industriales y de fabricación. El HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable.

La función de los HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real y casi en tiempo real. Proporcionan gráficos de procesos visuales que aportan significado y contexto al estado del motor y de la válvula, niveles de depósitos y otros parámetros del proceso. Suministran información operativa al proceso, y permiten el control y la optimización al regular los objetivos de producción y de proceso.

Podemos decir que una HMI (Human Machine Interface) es aquel dispositivo que sirve de intermediario para observar el funcionamiento de algún proceso industrial y de ser necesario modificarlo para asegurar la producción.



Figura 25. Diagrama de bloque de una HMI.

3.7 SOFTWARE MELSOFT

El software de Mitsubishi Electric (MELSOFT) ofrece un conjunto de productos integrado que reduce el costo total de propiedad y acelera el tiempo de salida al mercado. Durante la etapa de ingeniería, los productos MELSOFT se utilizan para diseñar sistemas que abarcan toda la cartera de productos de automatización.

3.7.1 GX Works2

GX Works2 es el software de configuración y programación para los controladores de las series FX, L y Q. Con el objetivo de lograr la máxima eficiencia, GX Works2 cumple con las normas IEC61131-3 y permite que los desarrolladores mezclen y combinen cinco lenguajes de programación distintos y guarden partes de los proyectos en bibliotecas para usar dentro de aplicaciones futuras.

Utiliza lenguajes de programación estandarizados a nivel internacional, incluyendo el lenguaje de Diagrama de función secuencial (SFC, Sequential Function Chart), Lista de Instrucciones (IL, Instruction List), Lógica en Escalera (Logic Ladder), Diagrama de Bloque de Función (FBD, Function Block Diagram) y Texto estructurado (ST, Structured Text).

Los programas se desarrollan usando una computadora personal con un software de ingeniería en ejecución, GX Works2, y generalmente se escribe al CPU del controlador programable mediante un USB, cable Ethernet o cable serial. El módulo de CPU puede programarse cuantas veces sea necesario para adaptarse a cualquier cambio requerido en el control deseado.

A continuación se presenta el interfaz del software GX Works2.

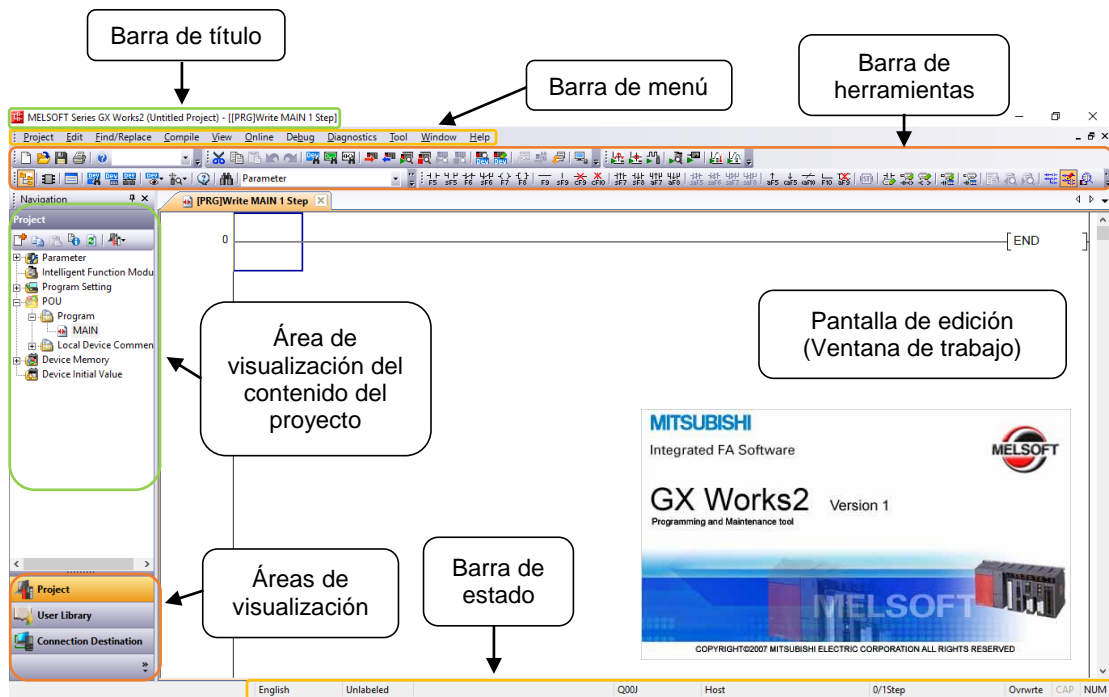


Figura 26. Interfaz del software GX Works2.

3.7.2 GT Designer3

Se utiliza para la edición y programación de la interfaz para el HMI se utiliza.

Conjunto de software para el diseño de pantalla GOT2000 y GOT1000, incluido software de asistencia para funciones adicionales. Diseño de pantalla atractivo y simple que incluye características de software innovador.

A continuación se muestra la interfaz del software GT Designer3.

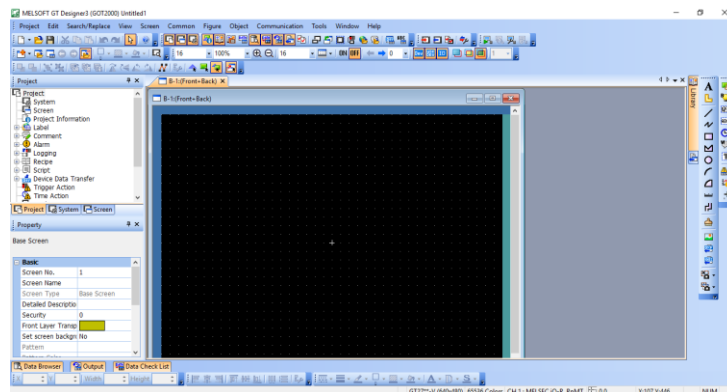
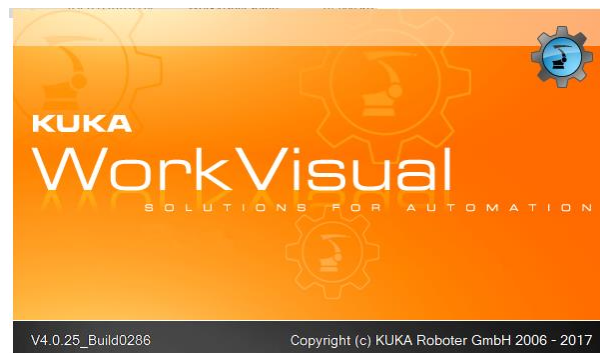


Figura 27. Interfaz del software GT Designer3.

3.8 SOFTWARE KUKA.WORKVISUAL

Así se trate de configurar, programar, poner en servicio o diagnosticar: KUKA.WorkVisual ofrece un entorno de desarrollo offline homogéneo, un entorno de diagnóstico online homogéneo y un entorno de mantenimiento homogéneo para todos los pasos.



CAPITULO IV

ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1 METODOLOGÍA

4.1.1Cronograma

SISTEMA DE ENSAMBLE AUTOMATICO DE DUCT EXHAUST																		
ETAPAS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES	AGO		SEP				OCT				NOV				DIC	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Análisis	Análisis del problema	Personal del área de automatización																
	Alternativas de solución	Ing. Osmar Reyes Ing. Felipe García Ing. Alberto Badillo Ing. Juan Carlos Ing. Maricela Pérez																
	Elección de la solución	Ing. Osmar Reyes Mr. Kim																
Diseño	Diseño de automatización	Ing. Alberto Badillo																
	Mapeo de señales	Ing. Alberto Badillo																
	Diseño CAD de la solución elegida	Ing. Felipe García																
Materiales	Compra de materiales mecánicos, eléctricos y neumáticos	Ing. Maricela Pérez																
Implementación mecánica	Construcción de la base del robot	Área de manufactura																
	Construcción de estructura para sistema de visión	Área de manufactura																
	Construcción de guarda	Área de manufactura																
	Producción de piezas en torno	Área de manufactura																
Integración de tablero de control	Conexión y etiquetado de la etapa de potencia	Ing. Cristian Ireta Ing. Alberto Badillo Rocío Sarmiento																
	Conexión y etiquetado de la etapa de control	Ing. Cristian Ireta Ing. Alberto Badillo Rocío Sarmiento																
	Conexión y etiquetado de la	Ing. Cristian Ireta Ing. Alberto Badillo Rocío Sarmiento																

ENSAMBLE AUTOMÁTICO DE GUIDE COVER 41

Tabla 17. Cronograma de actividades.

4.1.2 Recursos

Recursos materiales

Para este proyecto se utilizaron materiales eléctricos como sensores magnético, inductivos, fotoeléctricos y de fibra óptica, actuadores como electroválvulas, motores y servomotores, elementos neumáticos como pistones y grippers, elementos mecatrónica como el brazo robótico, además de piezas mecánicas fabricadas y prefabricadas las cuales integraron la estructura del sistema de ensamble. En el anexo 3 se puede encontrar la lista de materiales detallada, con nombre, imagen y modelo de cada uno.

Recursos humanos

Área	Actividades	Cantidad
Ingeniería Electrónica y Mecatrónica	Responsables de diseñar el funcionamiento del proyecto, programar e instalar elementos de control, sensores, actuadores y brazo robótico.	8
Ingeniería Mecánica	Responsables de diseñar, construir e integrar la estructura y herramienta del proyecto.	2
Ingeniería Industrial	Responsable de la parte administrativa del proyecto.	1

Recursos económicos

Por motivos de privacidad de la empresa no se puede publicar la inversión del proyecto.

4.2 DISEÑO MECÁNICO

- Sistema de ensamble

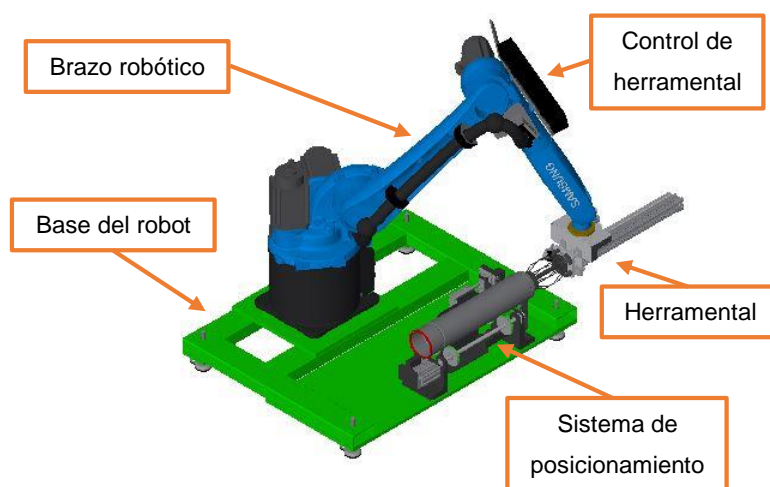


Figura 28. Sistema de ensamble.

- Sistema de abastecimiento

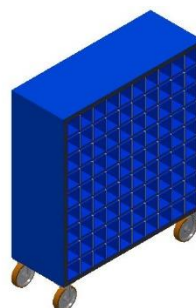


Figura 29. Rack abastecedor de material.

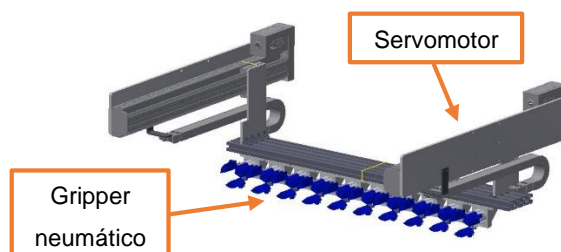


Figura 30. Sistema dispensador a banda transportadora.

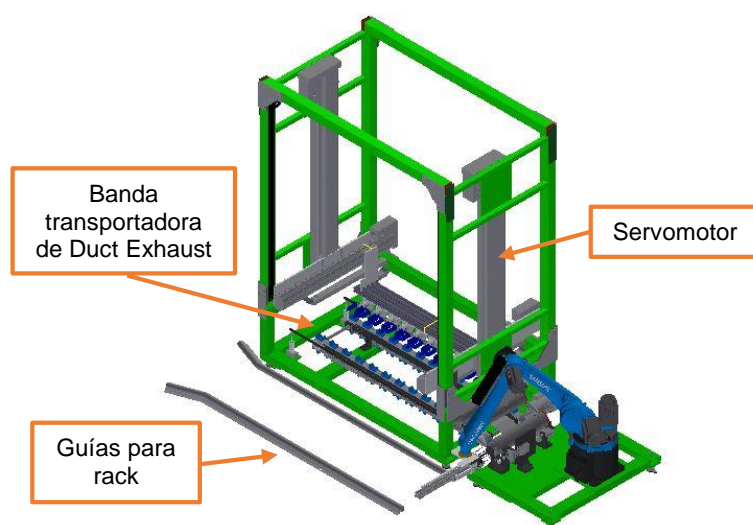


Figura 31. Sistema de ensamblado de Duct Exhaust.

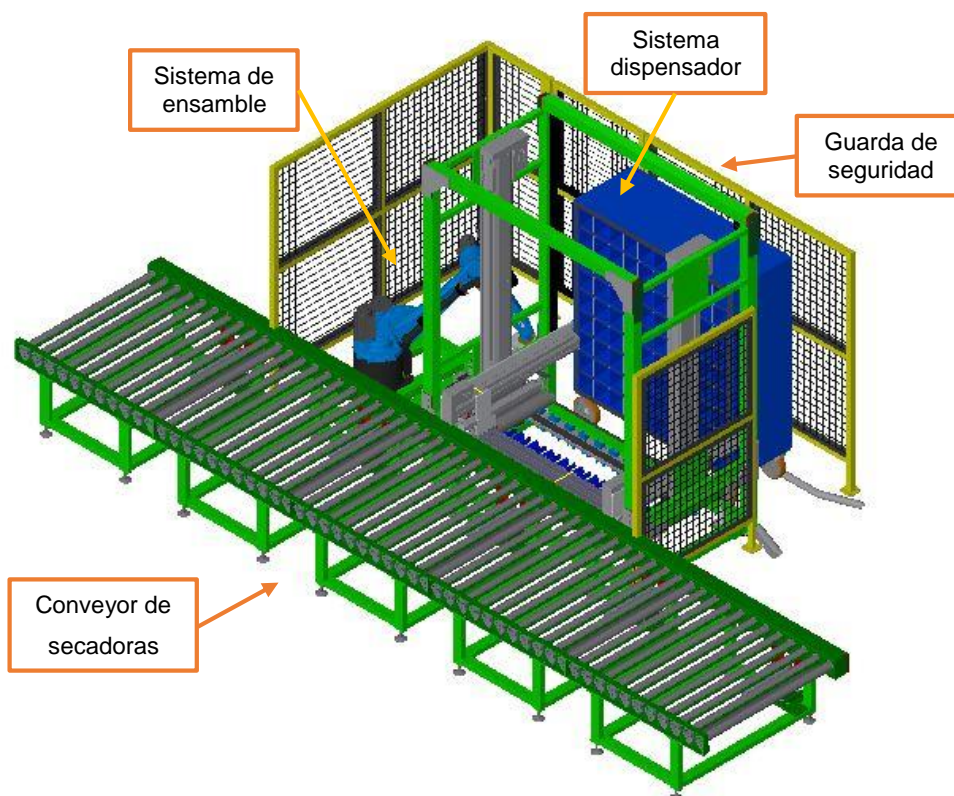


Figura 32. Diseño de proyecto de Duct Exhaust.

- Tablero de control

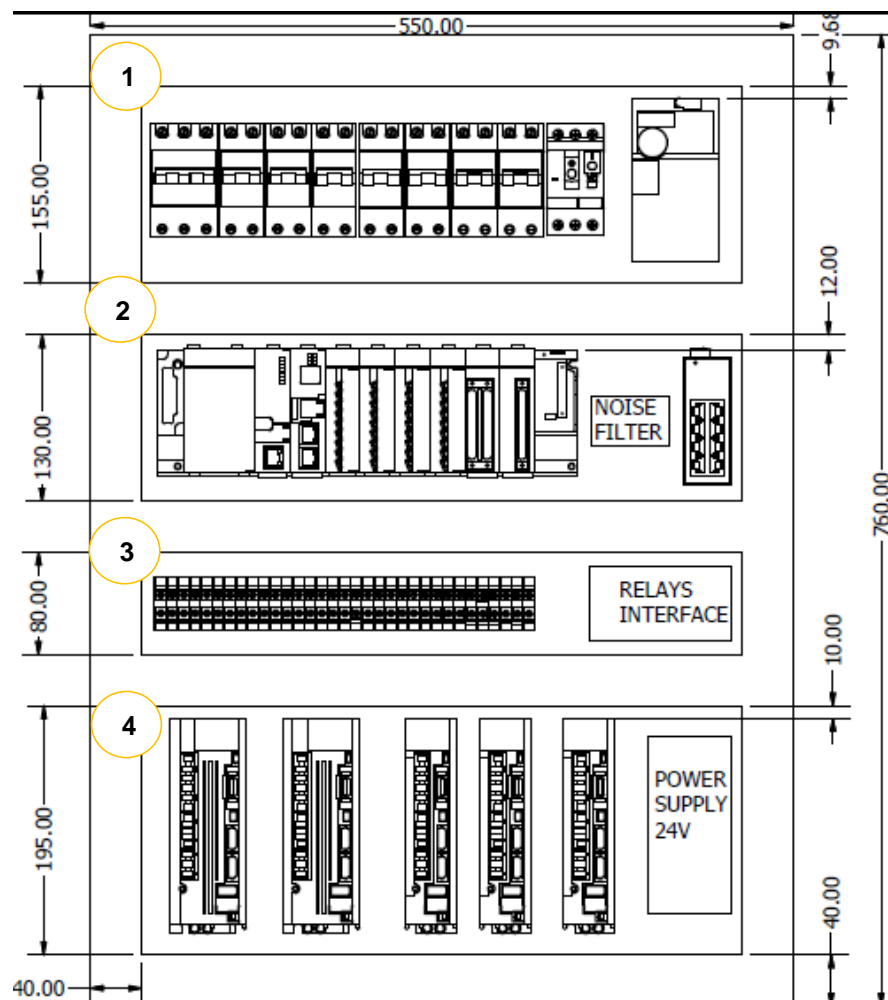


Figura 33. Plano de diseño del tablero de control.

1. Etapa de potencia
2. Etapa de control PLC y comunicación Ethernet
3. Clemas para alimentación 24V DC
4. Servoamplificadores

En el anexo 1 se pueden observar otras vistas del diseño mecánico del proyecto.

4.2 INTEGRACIÓN

4.3.1 Tableros

Para el desarrollo de este proyecto se comenzó con la integración de los tableros de control, alimentación y E/S de CC-Link.

Tablero de control

En el tablero de control se encuentra el PLC serie Q de Mitsubishi, el variador de frecuencia para el motor del suministro, los servoamplificadores para el control de los servos utilizados, un Switch Ethernet para la comunicación del PLC con el robot Kuka R1014 y la pantalla HMI.



Figura 34. Integración de tablero de control.

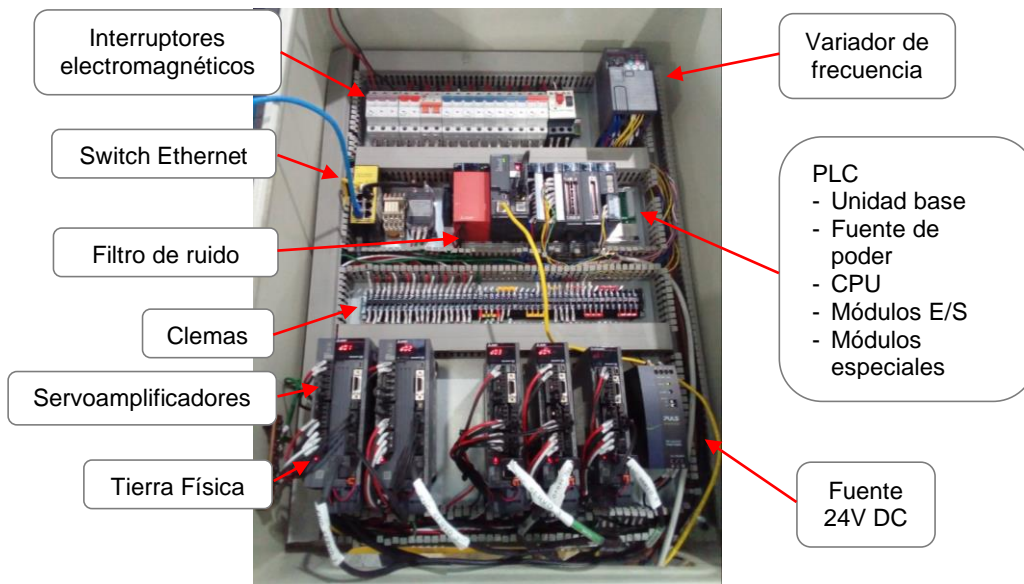


Figura 35. Tablero de control de Duct Exhaust.

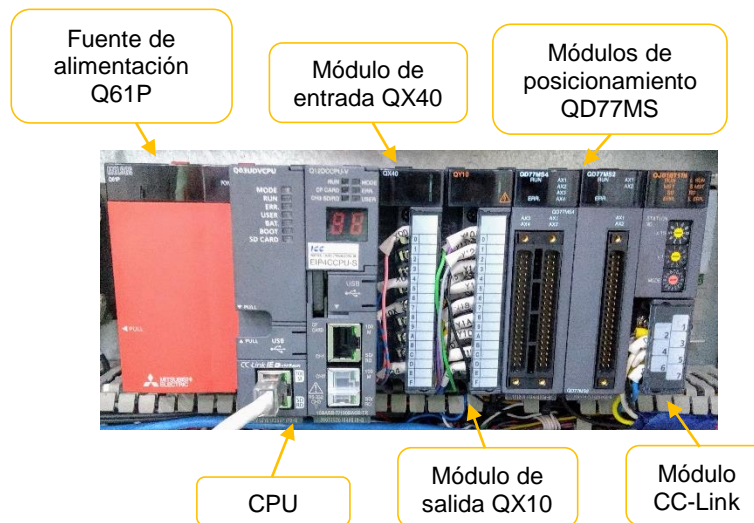


Figura 36. PLC serie Q Mitsubishi.

Tablero de alimentación

En este tablero se encuentran los interruptores termo magnéticos que alimentan y protegen a diferentes partes del sistema.



Figura 37. Tablero de alimentación.

Tablero de entradas y salidas de CC-Link

Por el alto número de entradas y salidas que posee el proyecto, se decidió utilizar módulos externos de entradas y salidas que se conectan al PLC por medio del protocolo de comunicación CC-Link.

Estos módulos son de la línea AJ65 Mitsubishi, los cuales tienen el apartado para la conexión del cable de comunicación CC-Link, en la figura se observa el cable CC-Link de color rosa mexicano, el cual es de 4 hilos y este se conecta al módulo CC-Link que se encuentra en la unidad base del PLC.



Figura 38. Integración del tablero de E/S CC-Link.

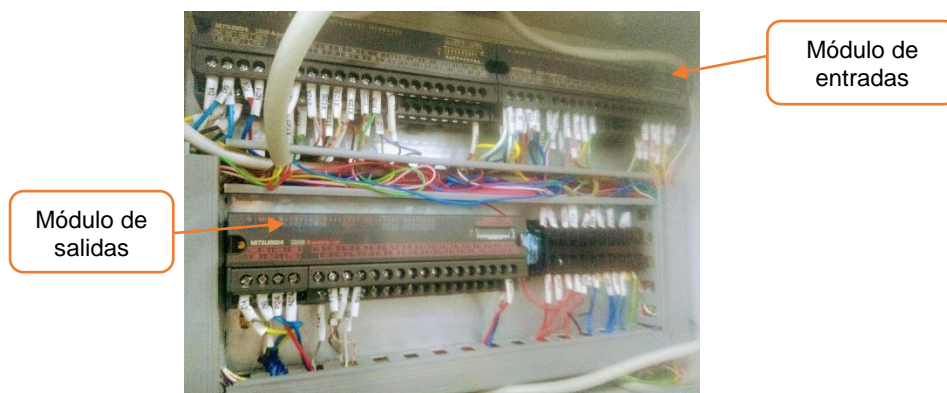


Figura 39. Tablero de entradas y salidas CC-Link.

4.3.2 Sistema de ensamble con brazo robótico

Para el sistema de ensamblaje se eligió usar un robot SR 10 R1020 de marca KUKA, el cual es un brazo robótico de 6 ejes, lo que permite tener un área amplia para los movimientos que se necesitan para realizar el ensamble.



Figura 40. Robot KUKA RS 10 R1020.

En la parte media del robot se instaló una placa en donde se encuentran electroválvulas que controlan los cilindros neumáticos del herramental y una tarjeta Ethercat en la cual se conectan las entradas y las salidas que se utilizan en el herramental del robot y por medio de Ethernet se comunica con el controlador del robot para que estas señales sean tomadas en cuenta en el programa del robot.

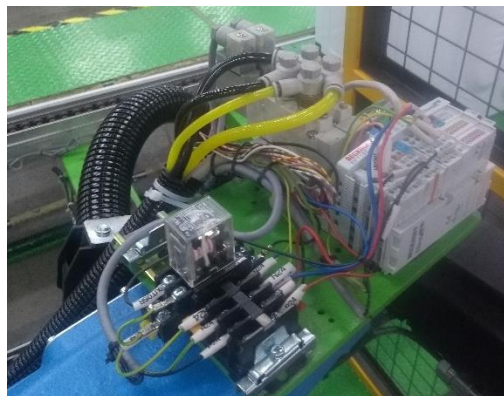


Figura 41. Placa de control del herramental.

El herramental se encuentra constituido por un pistón que empuja a una placa con la ayuda de un rodamiento, en esta placa se encuentra una estructura flexible que se introduce de forma fácil al Duct Exhaust y al entrar hace una leve presión hacia afuera para poder sostener la pieza.



Figura 42. Herramental del brazo robótico.

En esta parte se integraron pistones controlados por electroválvulas, sensores inductivos y un servomotor, con todo esto se logra posicionar correctamente el Duct Exhaust por medio de giros constantes hasta que la pestaña que la pieza contiene se ubique sobre un tope y así el robot lo tome y lo inserte en la secadora.

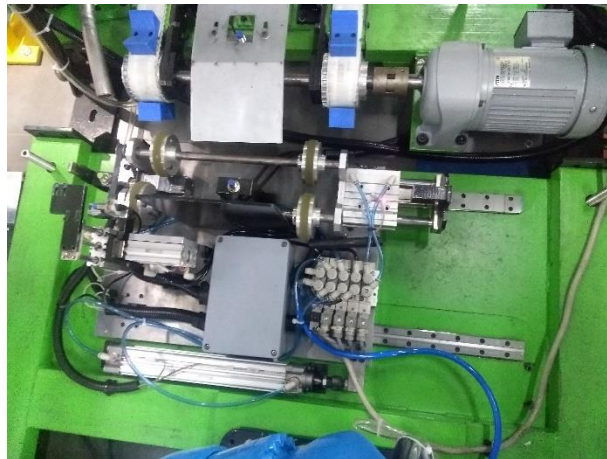


Figura 43. Sistema de posicionamiento.

4.3.3 Sistema de suministro y dispensador de piezas Duct Exhaust

Se instalaron grippers neumáticos los cuales se controlan por medio de electroválvulas, se le instalaron a la barra 10 grippers, ya que el rack tiene filas de 10 piezas, en cada gripper se le agrego las piezas blancas, las cuales están diseñadas para poder entrar fácilmente al Duct Exhaust y al abrir el gripper estas se amolden correctamente a la pieza, lo que hace que tengan una buena sujeción.



Figura 44. Barra con grippers neumáticos.

La banda transportadora se controla con un motor, como se ve en la figura siguiente las cintas tienen piezas azules que están diseñadas de acuerdo al contorno del Duct Exhaust para que estas puedan mantener fijas a las piezas sobre la cinta transportadora. En esta parte también se instalaron sensores inductivos y fotoeléctricos para la detección de las piezas sobre el conveyor.



Figura 45. Banda transportadora de Duct Exhaust.

Para que la barra de gripper pueda acomodar las piezas sobre la banda transportadora, se instalaron dos servomotores, teniendo así 4 ejes de movimiento, con los servos verticales se puede subir y bajar para alcanzar los diferentes niveles del rack y para poder llegar a la banda transportadora, y el otro servomotor sirve para entrar y salir con piezas del rack.



Figura 46. Servomotores para el sistema de suministro de piezas.

Para la sujeción del rack se utilizó un sistema de sujeción del rack, el cual se construyó con un cilindro neumático tipo clamp y sensores inductivos.



Figura 47. Sistema de sujeción del rack.

Se diseñó y construyó el rack para las piezas de Duct Exhaust, el cual está constituido de 10 filas por 10 columnas.



Figura 48. Sistema de suministro de piezas.

4.3.4 Sistema de visión

El sistema de visión está integrado por una cámara que se conecta al controlador del robot KUKA y una lámpara tipo flash.



Figura 49. Sistema de visión.

4.4 MAPEO DE SEÑALES

Mapear un dispositivo, es asignarle un intervalo definido del espacio de direcciones (de memoria o E/S), de manera que las operaciones de lectura/escritura que se realicen sobre dicho intervalo, se efectúen sobre el periférico en cuestión.

Direcciones de entradas y salidas ("X" y "Y")

Son señales discretas de entradas físicas que se reciben y estas se generan por medio de sensores y salidas físicas que se transmiten a diferentes actuadores.

Direcciones de memoria ("M")

Son bits internos localizados en la memoria del PLC, los cuales pueden ser usados de la misma manera que las entradas y salidas. La diferencia con estas direcciones es que son enteramente internas, por lo tanto no afectan directamente salidas físicas y no son afectadas por las entradas. Estos bits son direccionados en decimal.

Direcciones de registro ("D")

Son direcciones que el PLC utiliza para almacenar datos numéricos. Cada dato de registro está compuesto de una palabra de 16 bits. Este tipo de dato es direccionado en decimal

Direcciones de registro de red ("B")

Al igual que los registros tipo D, estos registros almacenan datos numéricos, pero estos se utilizan principalmente de señales que son recibidas por medio de comunicación Ethernet.

4.4.1 Mapeo de PLC

Los Números de E/S son utilizados en programas de secuencias para importar datos ON/OFF para el modelo QCPU de la parte exterior y datos de salida ON/OFF desde el modelo QCPU hacia salida exterior. La Entrada (X) es utilizada para la importación de datos ON/OFF para modelo QCPU. La Salida (Y) es utilizada para la extracción de datos ON/OFF para el modelo QCPU. Las direcciones de las entradas y salidas se cuentan en el sistema hexadecimal (0,1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F). La CPU del PLC reconoce automáticamente los slots disponibles en la base principal y asigna correspondientemente las direcciones de las entradas y salidas. Pero la asignación también puede realizarla el usuario con la ayuda de software de programación.

		0	1	2	3	4	5	6		
Extensión	Fuente de alimentación	Módulo CPU 1	Módulo CPU 2	Módulo de entrada 16 direcciones	Módulo de salida 16 direcciones	Módulo de posicionamiento 32 direcciones	Módulo de posicionamiento 32 direcciones	Módulo CC-Link		
								Módulo entrada 32 direcciones	Módulo entrada 32 direcciones	Módulo de salida 32 direcciones
				X00 - X0F	Y00 - Y0F	X10 - X1F ----- Y20 - Y2F	X30 - X3F ----- Y40 - Y4F	X100 - X11F	X120 - X13F	Y140 - Y15F

Figura 50. Direccionamiento de señales.

MODULOS PLC

ENTRADAS		SALIDAS	
X00	STOP EMERGENCY PANEL	Y10	GREEN LAMP
X01		Y11	YELLOW LAMP
X02		Y12	RED LAMP
X03		Y13	
X04		Y14	BRAKE SERVO 1
X05		Y15	BRAKE SERVO 2
X06	RUN MOTOR	Y16	MOTOR STF
X07	FAULT OUTPUT MOTOR	Y17	MOTOR STR
X08		Y18	RH
X09		Y19	RM
X0A		Y1A	RL
X0B		Y1B	
X0C	INT MTTO SENSOR CV 1	Y103	INT MTTO USE STATION
X0D	INT MTTO SENSOR CV2	Y104	INT MTTO CV 1 OUT
X0E	INT MTTO 3	Y105	INT MTTO CV 2 OUT
X0F		Y1F	

Tabla 18. Mapeo E/S PLC.

ENTRADAS CC-LINK		
I17	X100	LV-R SERVO 1
I18	X101	LV-D SERVO 1
I19	X102	LV-F SERVO 1
I20	X103	RV-R SERVO 2
I21	X104	RV-D SERVO 2
I22	X105	RV-F SERVO 2
I23	X106	LH-R SERVO 3
I24	X107	LH-D SERVO 3
I25	X108	LH-F SERVO 3
I26	X109	RH-R SERVO 4
I27	X10A	RH-D SERVO 4
I28	X10B	RH-F SERVO 4
I29	X10C	SG-R SERVO 5
I30	X10D	SG-D SERVO 5
I31	X10E	SG-F SERVO 5
I32	X10F	
I33	X110	MG SENSOR GUIDE UP 1
I34	X111	MG SENSOR GUIDE DOWN 1
I35	X112	MG SENSOR GUIDE UP 2
I36	X113	MG SENSOR GUIDE DOWN 2
I37	X114	MG SENSOR GUIDE UP 3
I38	X115	MG SENSOR GUIDE DOWN 3
I39	X116	MG SENSOR GUIDE UP 4
I40	X117	MG SENSOR GUIDE DOWN 4
I41	X118	PX SENSOR DISPENSER DUCT 1
I42	X119	PX SENSOR DISPENSER DUCT 2

I43	X11A	PX SENSOR DISPENSER DUCT 3
I44	X11B	OP SENSOR DETECT POS CV
I45	X11C	PH SENSOR DETECT DUCT DISPENSER
I46	X11D	MG SENSOR FWD
I47	X11E	PX SENSOR CAR 1
I48	X11F	PX SENSOR CAR 2
I49	X120	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 1
I50	X121	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 1
I51	X122	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 2
I52	X123	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 2
I53	X124	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 3
I54	X125	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 3
I55	X126	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 4
I56	X127	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 4
I57	X128	PX SENSOR CENTERING DUCT 1
I58	X129	PX SENSOR CENTERING DUCT 2
I59	X12A	PX SENSOR CENTERING DUCT 3
I60	X12B	
I61	X12C	MG SENSOR GRIPPER BWD 1
I62	X12D	MG SENSOR GRIPPER FWD 1
I63	X12E	MG SENSOR GRIPPER BWD 2
I64	X12F	MG SENSOR GRIPPER FWD 2
I65	X130	PRESSURE SENSOR 1
I66	X131	PRESSURE SENSOR 2
I67	X132	MG SENSOR CENT FRAME BWD 1
I68	X133	MG SENSOR CENT FRAME FWD 1
I69	X134	MG SENSOR CENT FRAME BWD 2
I70	X135	MG SENSOR CENT FRAME FWD 2
I71	X136	MG SENSOR CENT FRAME BWD 3
I72	X137	MG SENSOR CENT FRAME FWD 3
I73	X138	PH SENSOR FRAME 1
I74	X139	PH SENSOR FRAME 2
I75	X13A	PH SENSOR FRAME 3

Tabla 19. Mapeo de entradas CC-Link.

SALIDAS CC-LINK		
O17	Y140	PISTON SOL GUIDE
O18	Y141	PISTON SOL CLAMP CAR
O19	Y142	PISTON SOL CENTERING DUCT 1
O20	Y143	PISTON SOL CENTERING DUCT 2
O21	Y144	PISTON SOL CENTERING DUCT 3
O22	Y145	PISTON SOL CENTERING DUCT 4
O23	Y146	PISTON SOL GRIPPERS DUCT
O24	Y147	PISTON SOL CENTERING STOPPER
O25	Y148	PISTON SOL CENTERING PUSHER
O26	Y149	

Tabla 20. Mapeo de salidas CC-Link.

En el anexo 2 se puede observar la ubicación de E/S en el proyecto.

4.4.2 Mapeo de Robot

Las siguientes entradas y salidas son señales que se transmiten y reciben del robot y que se guardan en el PLC como registros tipo “D”.

PLC		
D90.0	160	BIT 0
D90.1	161	BIT 1
D90.2	162	BIT 2
D90.3	163	BIT 3
D90.4	164	PGNO_VALID
D90.5	165	\$EXT START
D90.6	166	\$MOVE_ENABLE
D90.7	167	\$CONF_MESS
D90.8	168	\$DRIVES_OFF
D90.9	169	\$DRIVES_ON
D90.A	170	\$I_0_ACT
D110.0	176	CYCLE STOP
D110.1	177	MODEL 5000
D110.2	178	MODEL 7500
D110.3	179	MODEL 7000
D110.4	180	MODEL 7450
D110.5	181	
D110.6	182	
D110.7	183	CENTERING FRAME OK
D110.8	184	CENTERING DUCT OK
D110.9	185	SIMULATE
D110.A	186	CENTERING DUCT OUT OK
D110.B	187	

Tabla 21. Mapeo de señales del robot.

4.4.3 Mapeo de HMI

Las señales que se reciben y se transmiten hacia la pantalla HMI son guardadas en registros de tipo “B” ya que estas señales se transfieren por medio de Ethernet.

WRITE	COMMENT
B000	START
B001	STOP
B002	RESET
B003	CYCLE STOP
B004	USE/PASS
B005	CLAMP CAR
B006	UNCLAMP CAR
B007	MODEL 5000
B008	MODEL 7500
B009	MODEL 7000
B00A	MODEL 7450
B00B	GRIPPER HOME
B010	ROBOT MOTORS ON
B015	GUIDE UP
B016	GUIDE DOWN
B017	SOL CENTERING DUCT 1 BWD
B018	SOL CENTERING DUCT 1 FWD
B019	SOL CENTERING DUCT 2 BWD
B01A	SOL CENTERING DUCT 2 FWD
B01B	SOL CENTERING DUCT 3 BWD
B01C	SOL CENTERING DUCT 3 FWD
B01D	SOL CENTERING DUCT 4 DOWN
B01E	SOL CENTERING DUCT 4 UP
B01F	SOL GRIPPERS DUCT CLOSE
B020	SOL GRIPPERS DUCT OPEN
B021	STOPPER DOWN
B022	STOPPER UP
B023	PUSHER BWD
B024	PUSHER FWD
B025	SAFETY STOPPER UP
B02A	MOTOR STF
B02B	MOTOR STR
B02C	RH
B02D	RM
B02E	RL
B030	BLOWER AFS ON
B031	BLOWER AFS OFF
B032	SOL PISTON AFS BWD

Tabla 22. Mapeo de señales HMI.

4.5 PLC

Para la programación del PLC se utilizó el software GX Works2 en el cual se programó en lenguaje lógico escalera.

4.5.1 Configuración de PLC

Abrimos el software GX Works2 y creamos un nuevo proyecto seleccionando el modelo de PLC serie Q que estamos utilizando, el tipo de proyecto y el lenguaje de programación; en este caso tipo ladder, como se puede ver en la siguiente figura.

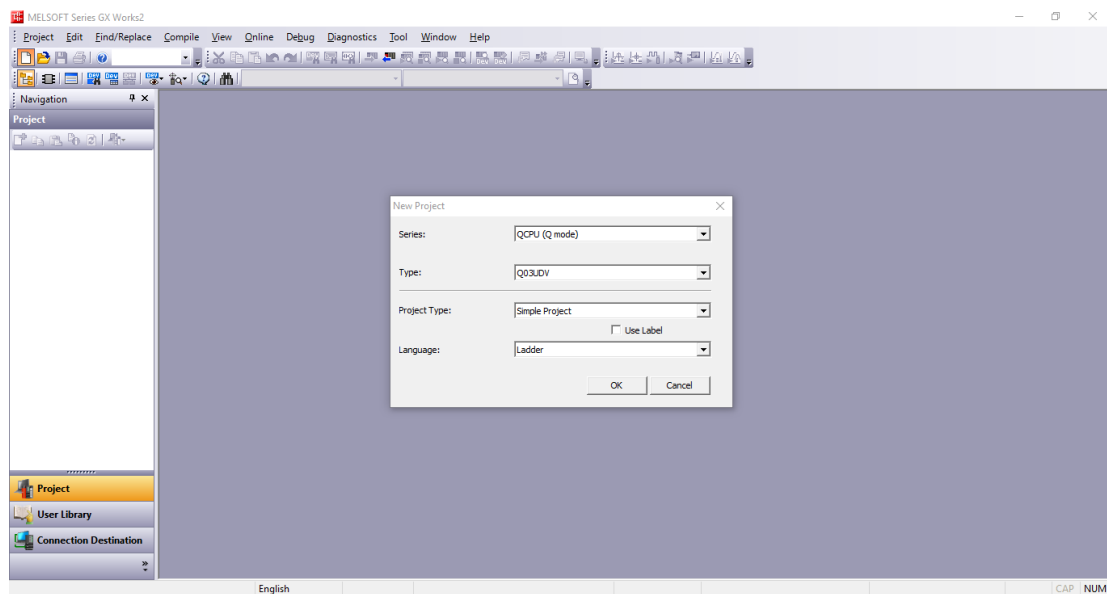


Figura 51. Creación de nuevo proyecto.

Una vez creado el nuevo proyecto, tenemos que configurar los parámetros del PLC, es decir; dar de alta a los módulos conectados a la unidad base, como el número de CPU's a usar, los módulos de entradas y salidas, así también como los módulos inteligentes, también se puede asignar el direccionamiento a cada módulo. Como se tiene conectado el PLC a la computadora, una forma fácil de configurar estos parámetros es leyendo los datos del PLC y el software automáticamente reconoce cada módulo que esta conectado a la unidad base, así también asigna el direccionamiento, pero se tiene la opción de direccionar

como el usuario lo prefiera. La configuración se puede ver en la siguiente figura.

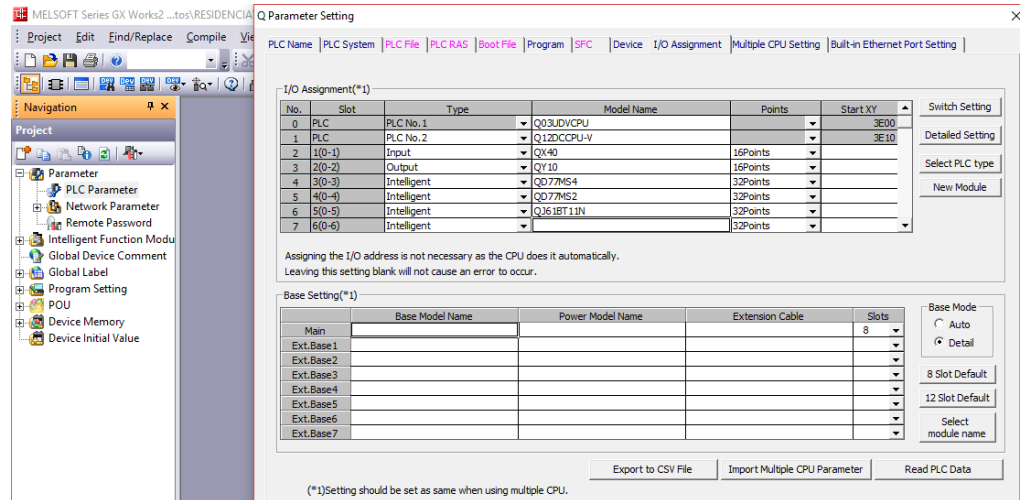


Figura 52. Configuración de parámetros del PLC.

También como se instalaron dos CPU's, uno de ellos para la comunicación Ethernet que se tendrá con el robot, se realiza la configuración del multi-CPU.

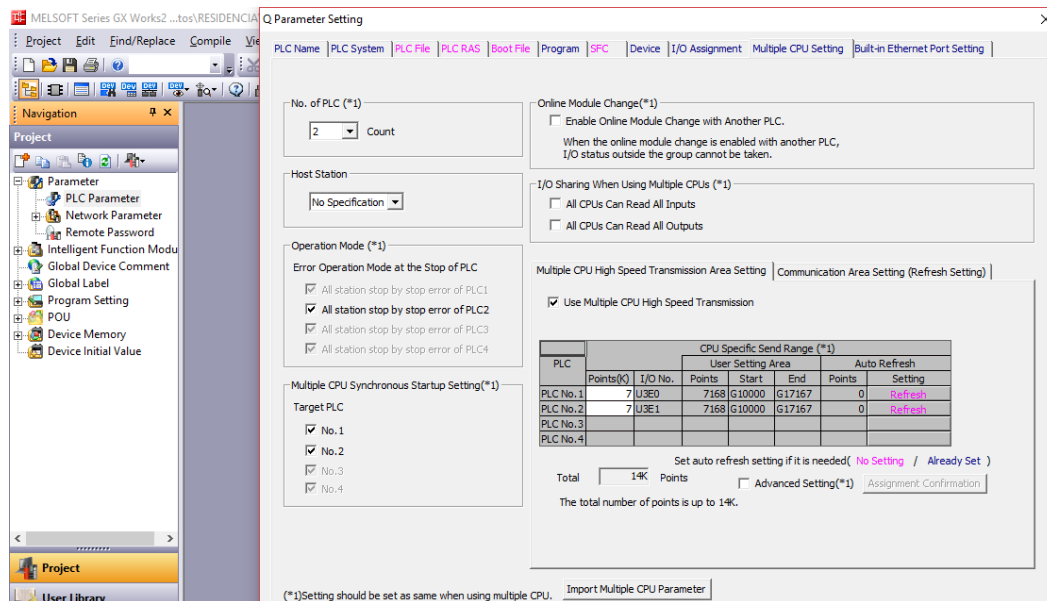


Figura 53. Configuración de CPU's.

Y finalmente se asignan las direcciones IP a utilizar.

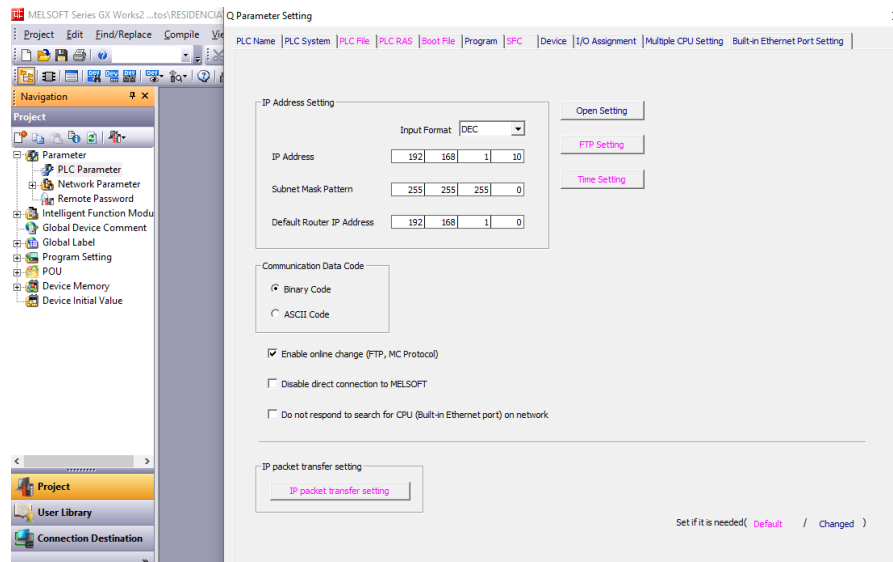


Figura 54. Configuración de la dirección IP.

Para que todos estos cambios se guarden se debe seleccionar Check seguido de End en la ventana de configuración de parámetros.

4.5.2 Programación de PLC

Una vez que se configuro el PLC, se inicia con la creación del programa. Para tener una programación mejor estructurada, se crearon bloques de programa en donde cada uno realiza una tarea específica y esto facilita la edición del programa en general. Enseguida se pueden ver los bloques creados para este proyecto.

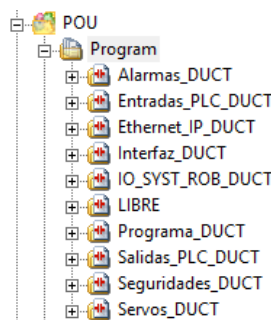


Figura 55. Bloques del programa.

Dos de los bloques de programa están destinados para guardar las entradas en memorias del PLC y para mandar datos de memorias del PLC a las salidas físicas de este.

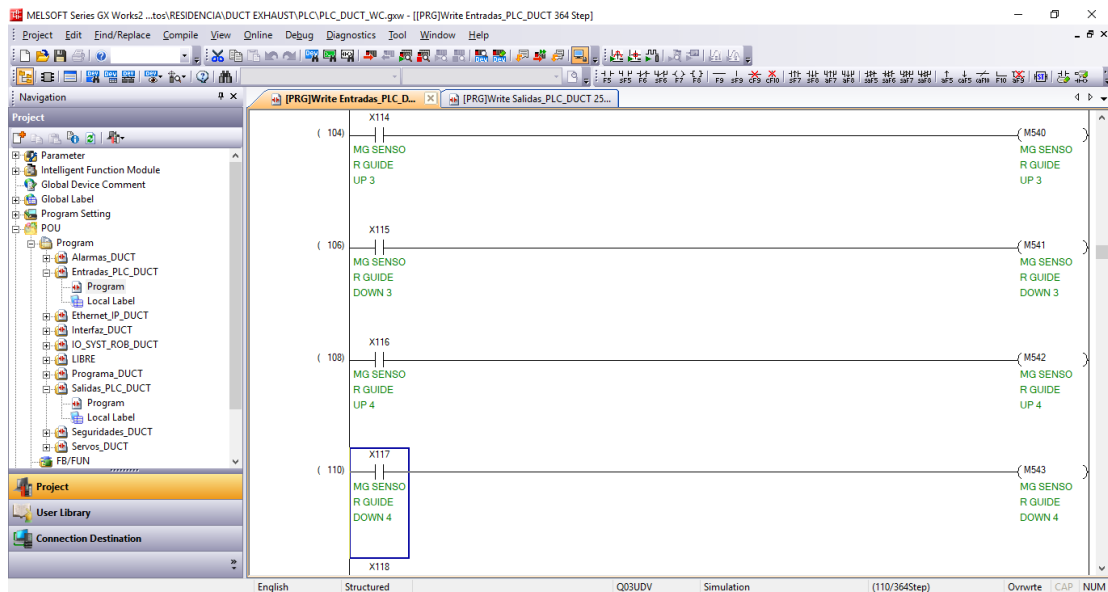


Figura 56. Bloque de programa de entradas_PLC_DUCT.

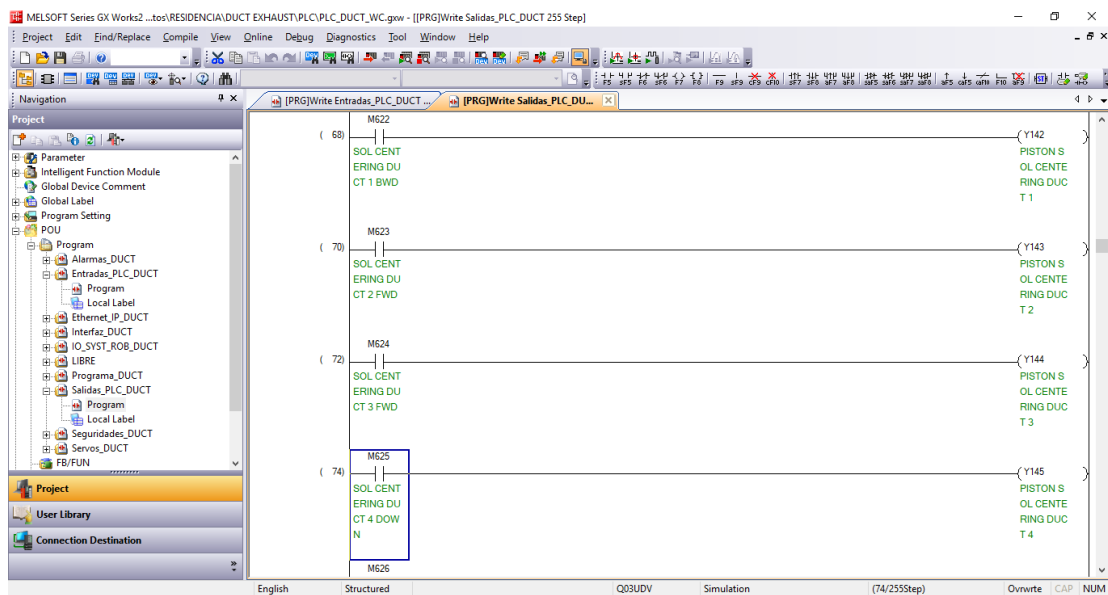


Figura 57. Bloque de programa de salidas_PLC_DUCT.

En el bloque de programa llamado Ethernet_IP_DUCT, se enlazan las etiquetas creadas para el robot, con los registros tipo D del PLC, que son usadas. Aquí se programa la comunicación entre el PLC y el robot.

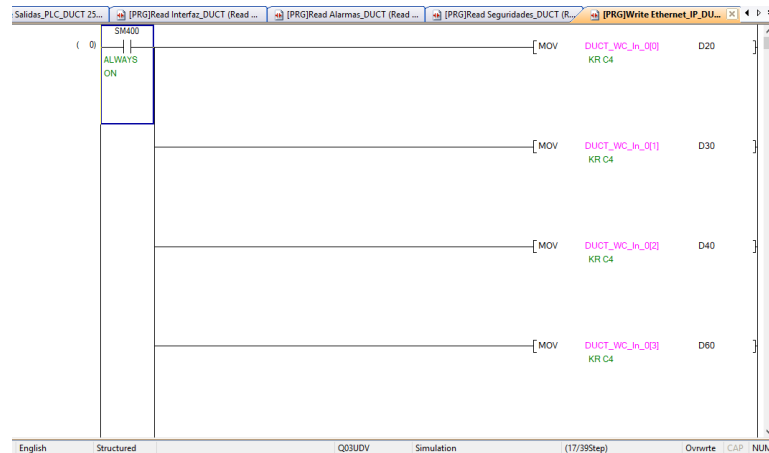


Figura 58. Bloque de programa Ethernet_IP_DUCT.

En el bloque de programación llamado interfaz se guardan datos que se reciben de las señales de sensores y para controlar los conveyors que son externos al proyecto pero que se necesita tener una relación para que el proyecto funcione en la línea de producción. Aquí se detecta la llegada del set a la sección de ensamble, eso hace que se active el sistema de centrado del set por medio del stopper.

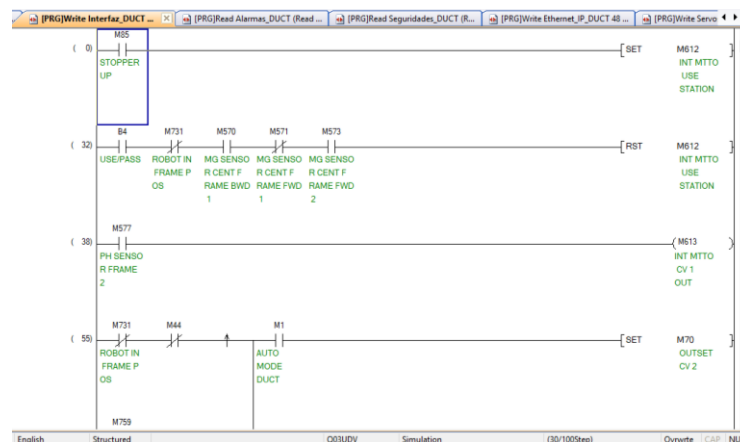


Figura 59. Bloque de programa Interfaz_DUCT.

Se creó el bloque IO_SYST_ROB_DUCT para la comunicación con la interfaz HMI.

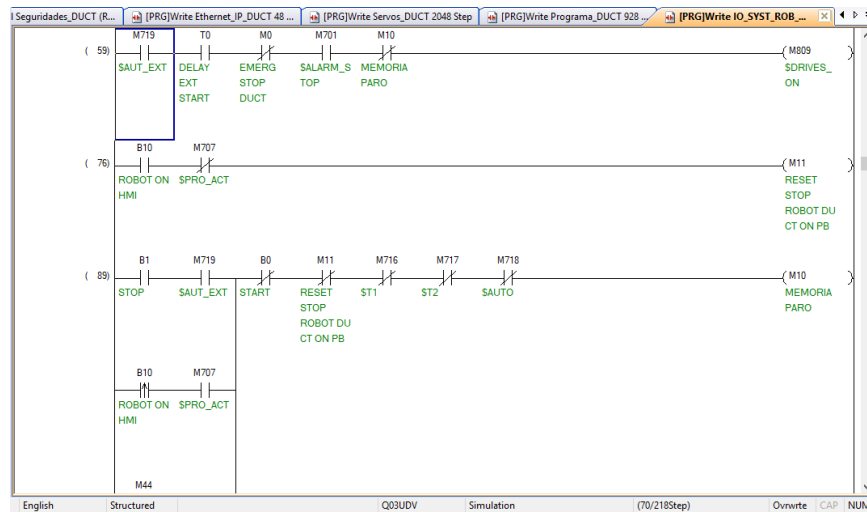


Figura 60. Bloque del programa IO_SYST_DUCT.

También se creó un bloque de programa llamado Servos_DUCT en el cual se programó el funcionamiento y configuración de las tarjetas de posicionamiento que controla los servomotores utilizados.

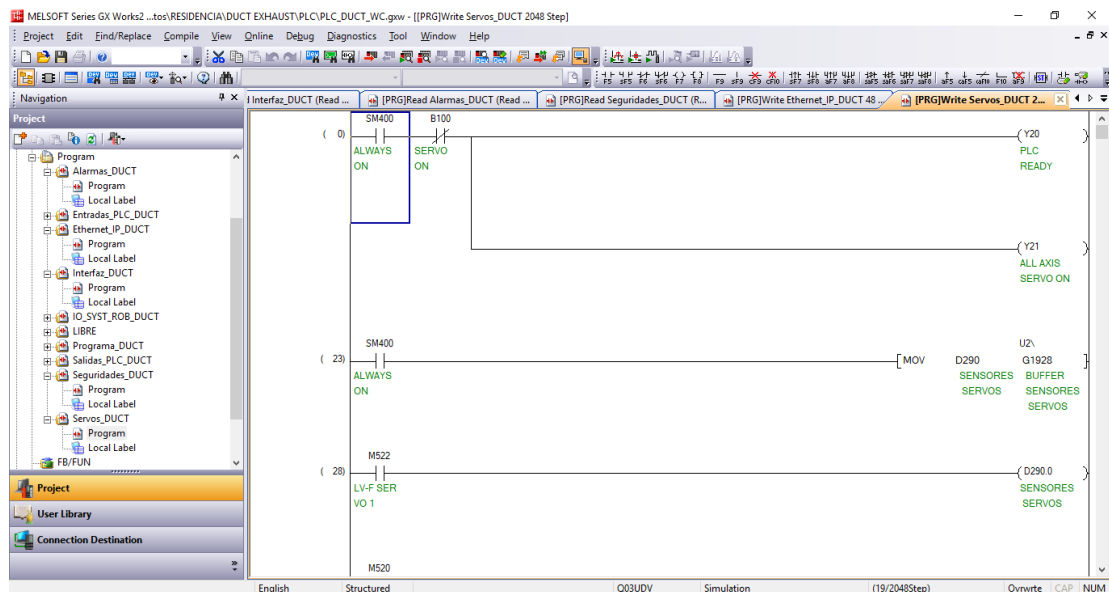


Figura 61. Bloque de programa Servos_DUCT.

Y finalmente tenemos el bloque de programa principal en donde se hace uso de las memorias y registros utilizados en los demás bloques, en esta sección se programó el funcionamiento general del proyecto. En este bloque se activa el sistema, se para en caso de que el bloque de seguridad y alarmas mande alguna señal, aquí se activa al robot para que haga el trabajo de ensamble cuando el set se encuentre en la posición correcta y este sujetado por el centrador, este bloque también se encarga de activar a los servomotores y grippers para recoger piezas del rack y enseguida ponerlas sobre la banda transportadora que suministra al sistema de posicionamiento de Duct Exhaust, el cual se controla en este bloque de programa ya que se detecta si la pieza se encuentra en la posición correcta para que el robot pueda recoger la pieza y enseguida hacer el ensamble.

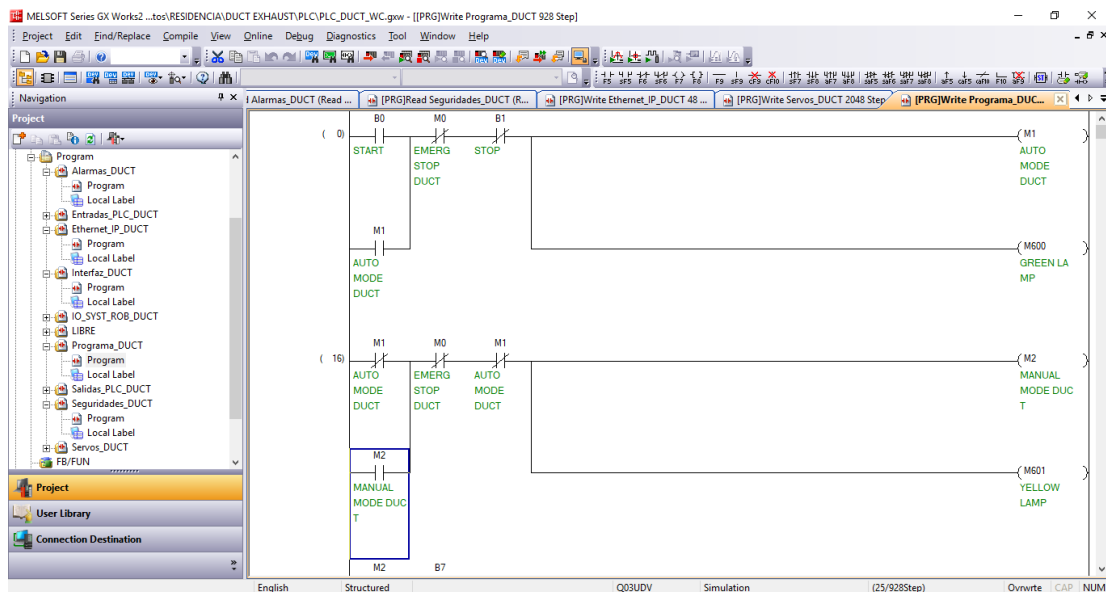


Figura 62. Bloque de programa principal del Duct Exhaust.

4.6 HMI

Para una mejor operación del sistema se crea una interfaz del tipo HMI para que facilitar la interacción del operador con el manejo del sistema de ensamble del Duct Exhaust. Para la creación de la interfaz que se utilizara para la pantalla GOT2000 utilizada para el HMI, se utilizó el software GT Designer3.

4.6.1 Configuración de HMI

Primeramente se abrió un nuevo proyecto y se configuro el tipo de pantalla y modelo que se va a utilizar.

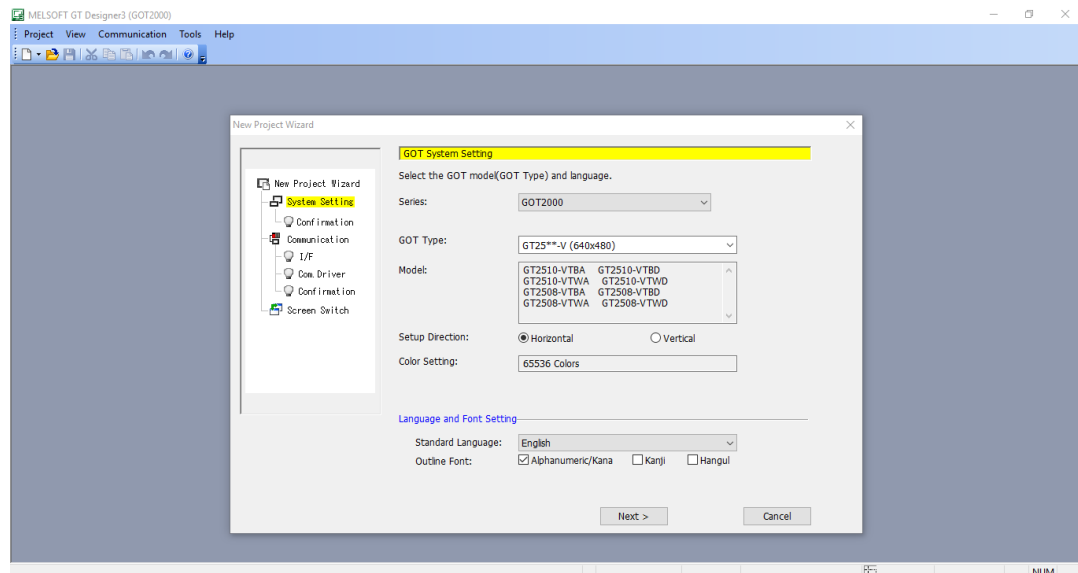


Figura 63. Configuración de nuevo proyecto de HMI.

A continuación se configura la dirección IP y el puerto por el cual se comunicara con el PLC, ya que estos se comunican por medio de Ethernet.

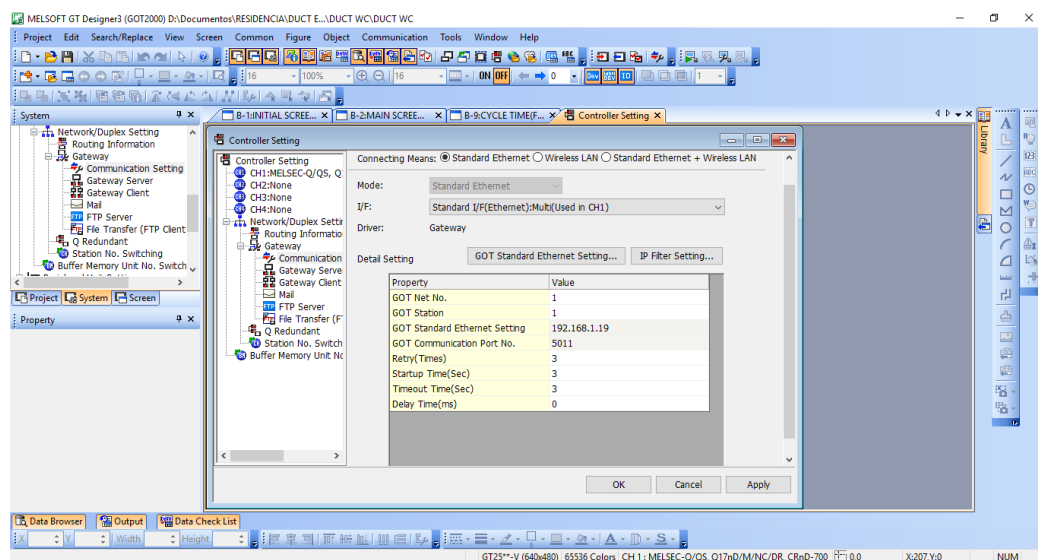


Figura 64. Configuración de red Ethernet.

4.6.2 Programación de HMI

El HMI de este proyecto se divide en 20 secciones, por lo que se creó una pantalla para cada sección, ya que el objetivo de utilizar un HMI es facilitar el uso del sistema y que sea entendible para cualquier operario.

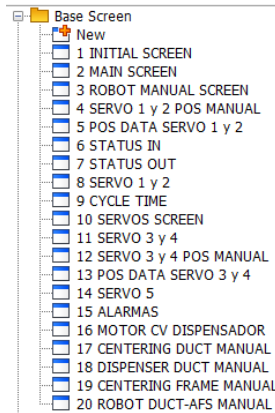


Figura 65. Pantallas base de HMI.

Las pantallas HMI están integradas de pulsadores e indicadores que facilitan el uso de estas, cada uno de estos elementos se comunican con el PLC por medio de registros de tipo B. En los botones se usaron tres tipos, botón tipo switch momentáneo, el cual solo activa un bit en específico mientras es presionado; botón tipo switch alternado, activa un bit específico y lo mantiene enclavado hasta que se vuelve a presionar el botón; y por último el botón tipo switch ir a pantalla, este botón permite ir a otra pantalla según sea programado. Los indicadores luminosos utilizados, únicamente fueron tipo bit los cuales se encienden cuando el bit especificado es activado.

Se tiene la pantalla principal en donde se tiene el nombre del sistema de ensamble, el logo de la empresa, los comandos de más importancia como inicio y paro del sistema, sujeción del rack de piezas, encendido y apagado del robot, selección del modelo para ensamble, encendido y apagado de los servos. A continuación se muestra el diseño de la pantalla principal.

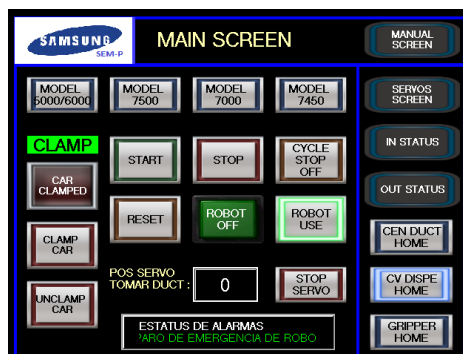


Figura 66. Pantalla principal HMI.

Una de las funciones principales del HMI es el poder controlar de forma manual el sistema, por eso se creó una pantalla con secciones de operación manual de las diferentes partes del sistema.

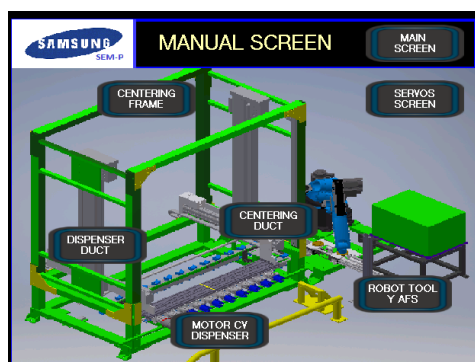


Figura 67. Pantalla de operación manual.

Se creó la pantalla para poder centrar de forma manual el frame.

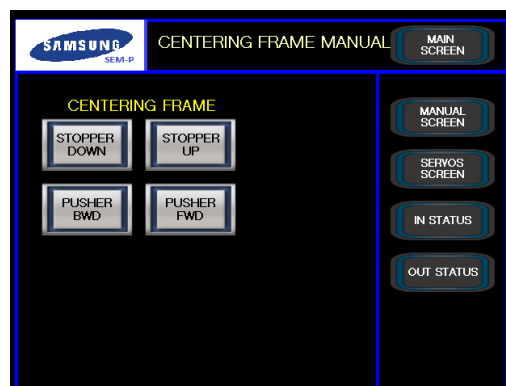


Figura 68. Pantalla para centrador de frame manual.

Se creó la pantalla para controlar el dispensador de forma manual.

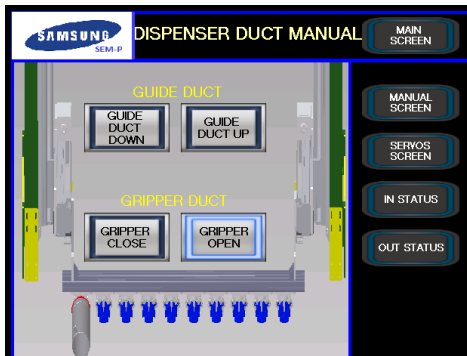
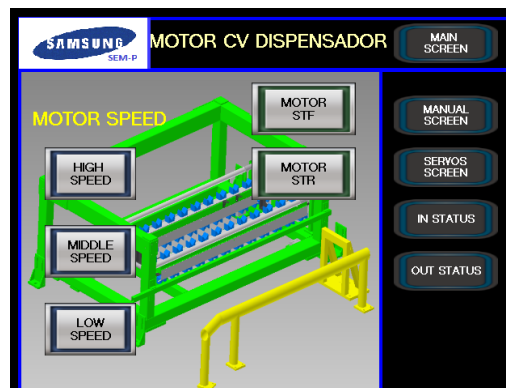


Figura 69. Pantalla para dispensador manual.

Se creó la pantalla para controlar el motor de la banda transportadora.



Se creó la pantalla para controlar de forma manual los pistones que conforman el sistema de posicionamiento del Duct Exhaust.

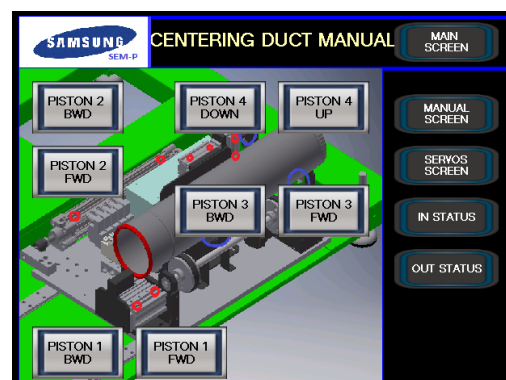


Figura 70. Pantalla de posicionamiento manual del Duct Exhaust.

También se creó una pantalla para poder controlar de manera manual los cinco servomotores que integran este proyecto, cuatro de ellos en el sistema de suministro de piezas y uno de ellos en el sistema de posicionamiento del Duct Exhaust para la toma de este por el robot.

En esta figura se puede ver una pantalla en general para elegir el modo manual de los servomotores.

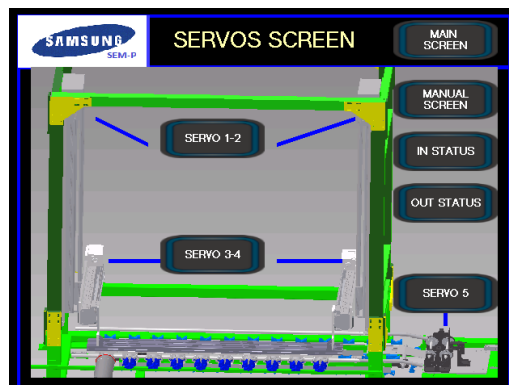


Figura 71. Pantalla principal para controlar de forma manual los servos.

Al elegir alguno de los pulsadores para cada servo nos manda a una pantalla como la que se encuentra enseguida, en donde se puede ver la posición actual del servo, si tiene algún error, también se pueden resetear y mover sobre los dos ejes manualmente.

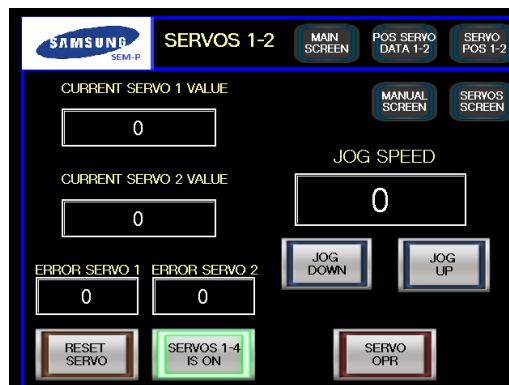


Figura 72. Pantalla para modo manual de servos.

Finalmente al presionar el logo de la empresa nos manda a la pantalla para observar el tiempo que dura el ciclo de ensamble.

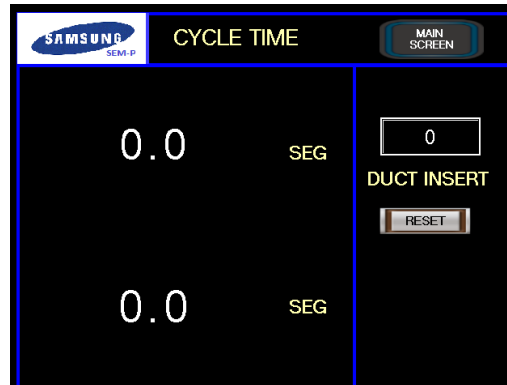


Figura 73. Pantalla del tiempo de ciclo.

4.7 ROBOT KUKA

La parte de ensamble es realizado por un robot KUKA de la serie R10, se eligió este robot ya que es de tipo articulado y de seis ejes de libertad lo que permite tener un desplazamiento para el proceso de ensamble más ágil.

4.7.1 Configuración de Robot

KUKA puede configurarse por medio del software WorkVisual, el cual permite establecer la configuración inicial desde un ordenador conectado al robot por medio de un cable Ethernet. Para esto, es necesario desde el SmartPAD poner al robot dentro del mismo dominio de red y establecer el modo experto, permitiendo ejecutar los cambios en cuanto al sistema se refiere.

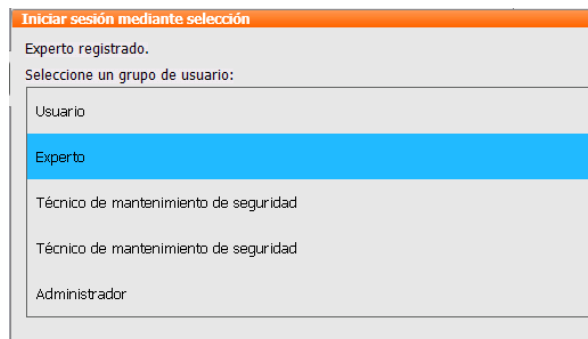


Figura 74. Modos de usuario SmartPAD KUKA.

Para cambiar la IP del robot, se tiene que ir a configuración de red, cambiar la dirección y reiniciar el controlador para guardar cambios. La dirección IP establecida, fue la dirección previamente definida en el mapeo.

Configuración de red

Interfaz de Windows (virtual5)

Tipo de dirección: Dirección IP fija

Dirección IP: 192 . 168 . 1 . 31

Máscara de subred: 255 . 255 . 0 . 0

Standardgateway: 0 . 0 . 0 . 0

Servidor DNS: 0 . 0 . 0 . 0

Ampliación...

Figura 75. Configuración de IP.

Ya que se configuro la dirección IP se conecta el robot a la computadora y en el software WorkVisual se leen los datos del dispositivo, seleccionando el tipo de comunicación que en este caso sería Ethernet/IP.

Name	Vendor	Protocol	Type	Version	Date
ArcLink XT	KUKA Roboter GmbH	ArcLinkXT	Communication DTM	1.0.0	2016-09-13
PI CP 5614 A2	KUKA Roboter GmbH	ProfibusDpV1CP5614	Communication DTM	2.2.0	2016-09-13
EtherNet/IP	KUKA Roboter GmbH	EtherNet/IP	Communication DTM	1.1.2.930	2013-06-11
IBS PCI SC/RI-H-T	KUKA Roboter GmbH	InterbusPcp	Communication DTM	2.2.0	2016-09-13
IBS PCI SC/RI-LK	KUKA Roboter GmbH	InterbusPcp	Communication DTM	2.2.0	2016-09-13
KUKA Controller Bus (KCB)	KUKA Roboter GmbH	EtherCAT	Communication DTM	3.0.13	2016-09-13
KUKA Extension Bus (SYS-X44)	KUKA Roboter GmbH	EtherCAT	Communication DTM	3.0.13	2016-09-13
KUKA Operator Panel Interface (SYS-X42)	KUKA Roboter GmbH	EtherCAT	Communication DTM	3.0.13	2016-09-13
KUKA PFO Interface (SYS-X47)	KUKA Roboter GmbH	ProgrammableFocusing	Communication DTM	2.2.0	2016-09-13
KUKA System Bus (SYS-X48)	KUKA Roboter GmbH	EtherCAT	Communication DTM	3.0.13	2016-09-13
PROFINET	KUKA Roboter GmbH	ProfinetIO	Communication DTM	2.3.5	2016-09-13

Figura 76. Selección de tipo de red.

Cabe mencionar que la configuración del robot y el sistema de visión fue realizado principalmente por otro equipo de trabajo.

4.7.2 Programación de Robot

Para la programación del robot se estructuro de la misma forma que el programa de PLC, se crearon bloques de programas en donde cada uno tiene una tarea asignada, podemos encontrar un bloque en donde se envía el robot a posición inicial, otro en donde se lleva el proceso de preparación para ensamble, también hay un bloque por cada modelo de secadora a ensamblar ya que cada uno tiene diferentes dimensiones o colores y la pieza no se ensambla en la misma posición.

En estos bloques también se encuentra un programa dedicado a la parte visión en donde se realizan las comparaciones de patrones de las imágenes tomadas.

Y finalmente el programa que hace unión de todas las rutinas es el bloque llamado cell, en este programa se tiene una comunicación entre todos los bloques y es el que se selecciona para el funcionamiento del sistema.

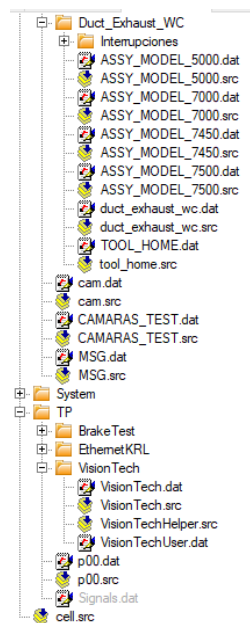


Figura 77. Rutinas de programa del robot KUKA.

Se hizo una rutina para enviar el robot a posición home, es decir en la posición inicial.

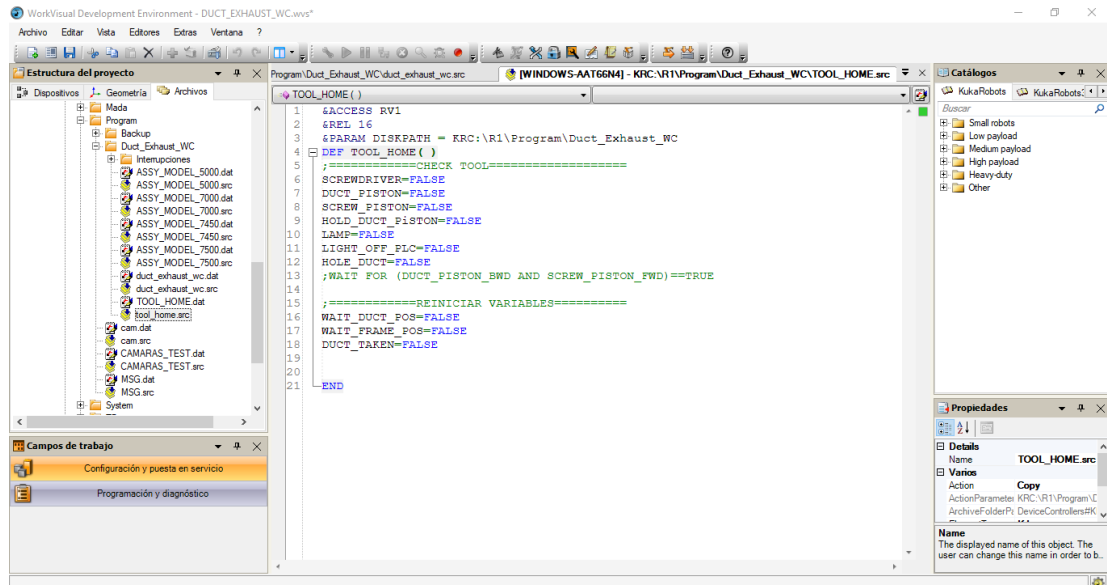


Figura 78. Bloque de programa tool_home.

También se tiene un bloque en donde está el proceso de preparación para el ensamble de la pieza, aquí se leen señales que se reciben por el PLC y el HMI.

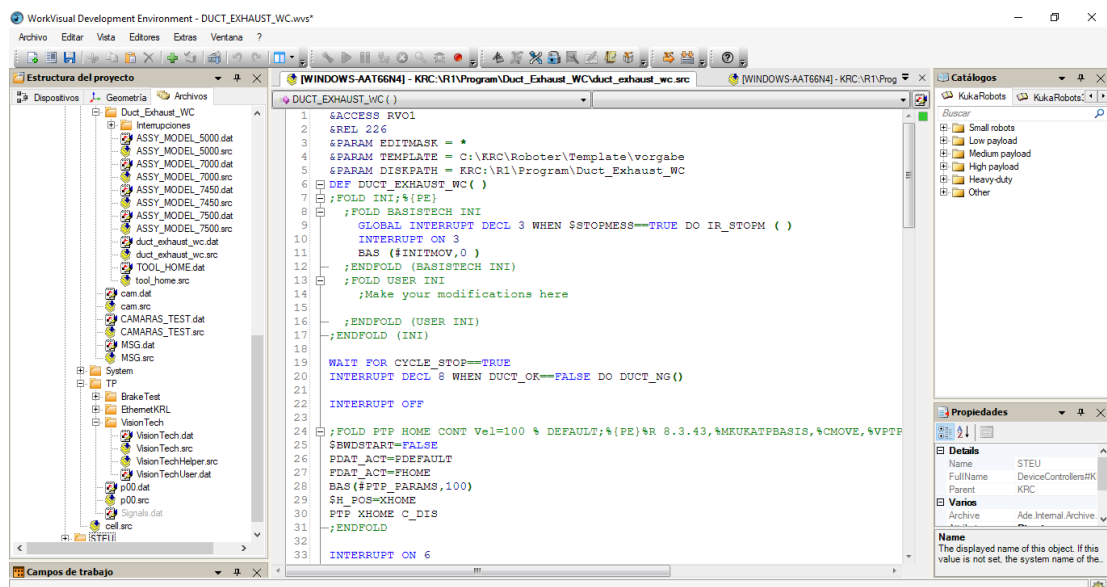


Figura 79. Bloque de programa principal.

Para el ensamble de la pieza se creó un bloque de programa por cada modelo de secadora, así se puede configurar la posición correcta de ensamble para cada una.

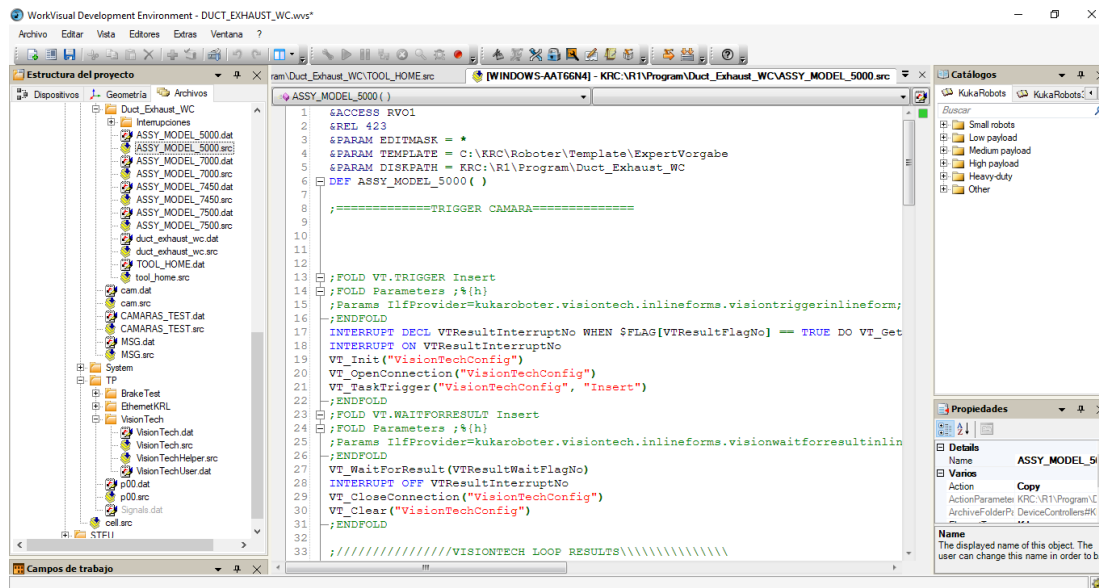


Figura 80. Bloque de programa para ensamble de DV500.

Una vez creado los programas, se cargan al controlador del robot KUKA y una vez guardados se prosigue con la configuración de las posiciones del robot. Esto se hace por medio del SmartPAD para mejor precisión. Primero se tiene que poner en modo T1 para poder usar manualmente el TouchPAD.

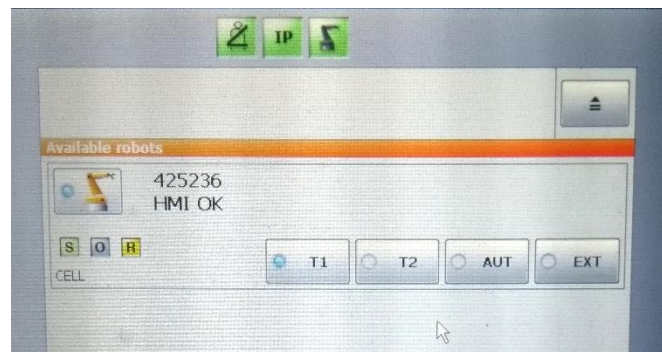
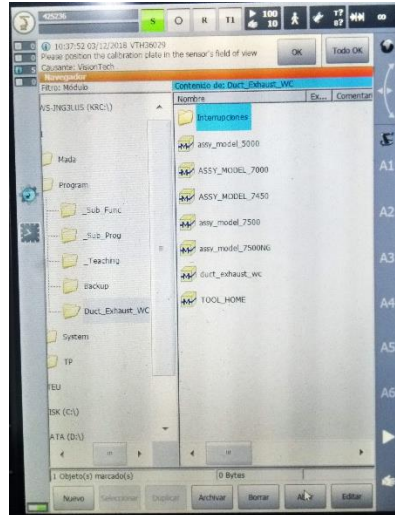


Figura 81. Selección de modo T1.

Después seleccionamos el bloque de programa en donde vamos a editar las posiciones.



Una vez que seleccionamos el programa elegimos la línea donde se encuentra la programación del punto de posición, para mover el robot tenemos 2 modos, el primero es por ejes, se mueven los 6 ejes de forma independiente y el otro es en modo mundo, en donde movemos el robot en función a coordenadas.



Figura 82. Modos de movimiento.

Por ejemplo en este caso la línea de posición sería -PTP HOME CONT- lo seleccionamos y movemos el robot a la posición en la que debe estar, una vez puesto en la posición correcta presionamos TOUCH UP y guardamos el nuevo punto.

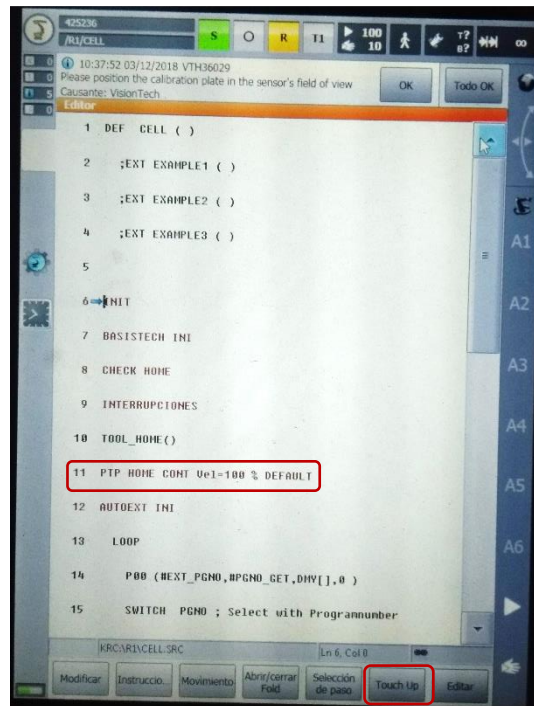


Figura 83. Modificación de posición de robot.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 INSTALACIÓN EN LÍNEA WC

El sistema de ensamble quedó integrado e instalado en la línea de producción C de la planta WM de SEM-P. Se puede ver en las siguientes imágenes los resultados de este proyecto.



Figura 84. Sistema de ensamble automático instalado en línea C, planta WM.



Figura 85. Sistema alimentado e instalado en línea WC.

5.1 FUNCIONAMIENTO

Primero se coloca un nuevo rack lleno de piezas y se presionar CLAMP CAR para que el sistema de sujeción de rack se active.



Figura 86. Sistema de sujeción de rack.

Una vez sujetado el rack los servomotores irán a la última fila para sacar las piezas y ponerlas sobre la banda transportadora.

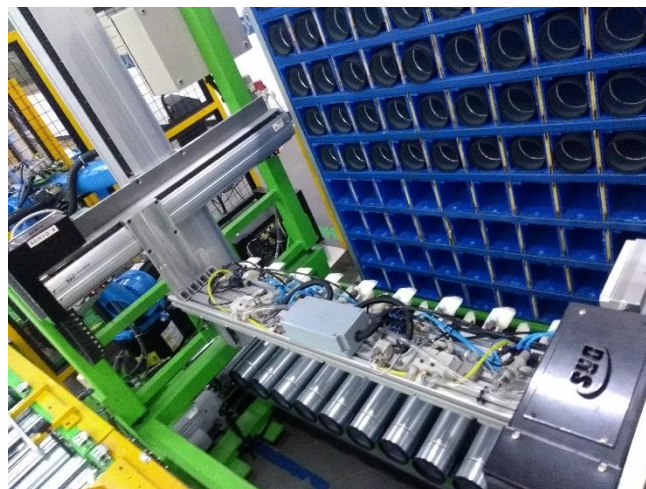


Figura 87. Suministro de piezas en banda transportadora.

Una vez que se detecten las piezas en la banda transportadora, el motor se activará hasta que deje caer la primera pieza en el sistema de posicionamiento, una vez que hay una pieza en dicho sistema, el servomotor que de este hará girar el Duct Exhaust hasta que el sensor inductivo que se muestra en la figura 79 detecte la pestaña de la pieza y así mandar una señal de que la pieza se encuentra en la posición correcta para que el robot pueda tomarla.



Figura 88. Posicionamiento del Duct Exhaust para toma de robot.

Una vez que el robot recibe la señal este toma la pieza y espera una señal del centrador de sets, indicándole que la secadora se encuentra en la posición correcta para el ensamble. Y el sistema de visión toma una fotografía en donde compara patrones para asegurar que la secadora no trae la pieza y para indicarle al robot la posición de ensamble.



Figura 89. Cámara del sistema de visión.

Una vez que se tienen las señales de centrado correcto, set sin pieza y posición de ensamble el robot inicia el proceso de ensamble, ingresando el Duct Exhaust por medio del agujero de la secadora, una vez que embona en el motor, da pequeño giro hacia la derecha para que la pestaña quede en posición correcta para su atornillado.



Figura 90. Ensamble del Duct Exhaust.

5.3 PRUEBAS EN LÍNEA WC

Durante la semana de pruebas en línea de producción WC se encontraron diversos problemas al ensamblar la pieza, uno de ellos fue que la pieza venía deforme, es decir que la circunferencia no estaba totalmente redonda y eso hacía que esta se atorara al querer embonar el ducto en el motor. Otro de los problemas que se encontró es que el harnees que se encuentra frente al motor como se muestra en la figura 82, a veces se levantaba y tapaba el agujero donde el ducto entra en el motor l ducto pasara cortando el harnees y también que el ensamble no se realizara de la forma correcta. Estos problemas fueron

comunicados al departamento de calidad y al de producción para que no afectaran el ensamble de esta pieza.



Figura 91. Problema de harnees dentro de secadora.

Durante la semana de prueba se llevó un registro de piezas ensambladas las cuales fueron 4072 y de las cuales 133 fueron ensambles erróneos en la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos.

DUCT EXHAUST						
ASSEMBLY						
DATE	ASSY OK	ASSY NOT OK	HARNESS	DUCT DEFORMED	FRAME DAMAGED	POWER CORE
25/10/2018	230	2	1	2	0	0
26/10/2018	813	7	18	0	3	2
27/10/2018	630	9	17	1	0	2
29/10/2018	1233	4	14	1	0	1
30/10/2018	77	0	1	0	0	0
31/10/2018	248	4	2	0	0	0
1/11/18	615	6	8	0	0	0
2/11/18	226	10	12	5	0	0
TOTAL	4072	42	73	9	3	5

Tabla 23. Registro de ensambles de prueba.

Como se puede observar en los resultados obtenidos durante la semana de prueba el mayor problema fue el harnees que atoraba al ducto y en ocasiones llegaba a romperse por la fuerza que el robot, este problema fue resuelto una vez que el área de producción le agrego un sujetador al harnees para que este quedara en la parte inferior y no estorbara cuando se realizará el ensamble. Los fallos del robot fue el siguiente problema, en ocasiones por posiciones que

necesitaban un pequeño ajuste y otras veces por el sistema de visión en el cual se encontraban problemas cuando había un cambio de color en el producto, esto se mejoró cambiando la luz tipo flash, y los problemas de ensamble por posición se corrigieron con la instalación de un nuevo sensor fotoeléctrico el cual mandaba una señal cuando el robot regresaba con el Duct que no fue ensamblado correctamente.

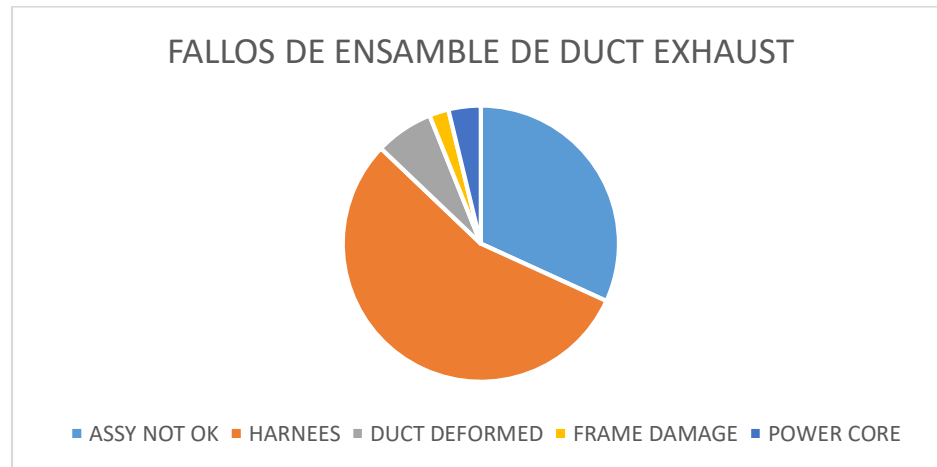


Figura 92. Fallos de ensamble.

Estos fallos fueron eliminados obteniendo un ensamble correcto más constante y alcanzando un ciclo de tiempo de ensamble de 11 segundos, lo cual permanece de forma constante mientras la línea de producción este constantemente llena.

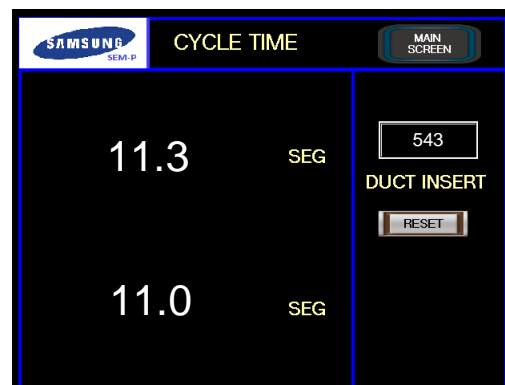


Figura 93. Tiempo de ciclo de ensamble.

CONCLUSIÓN

La planta de Producción de Samsung Electronics México, forma parte de las empresas que tienen como objetivo ser una industria 4.0, por lo cual tiene como visión para el año 2020, la automatización de todos los procesos de ensamble que se llevan a cabo en la producción de lavadoras y secadoras en la planta WM, este plan comenzó hace dos años y sigue en proceso. El proyecto que se presentó en este trabajo forma parte de esta revolución ya que es la automatización del ensamble del Duct Exhaust en las secadoras, al ser una pieza estándar en todos los modelos de secadoras, al finalizar exitosamente el funcionamiento de este sistema en la línea WC, este proyecto podrá ser construido de una forma más rápida y ser instalado en las líneas WA y WB las cuales también producen secadoras.

El sistema de ensamble automático de Duct Exhaust está integrado por un sistema de suministro el cual funciona por medio de cuatro servomotores que se mueven en los ejes X y Y, estos tienen la función de recoger las piezas del rack, sujetándolos con grippers neumáticos, y, enseguida llevarlos a una banda transportadora, la cual, va suministrando al sistema de posicionamiento de la pieza, aquí, el Duct Exhaust se gira hasta que queda en la posición correcta para que el robot lo recoja y se prepare para el ensamble.

Para que el ensamble se lleve a cabo, en la línea de producción se debe tomar en cuenta que el set a ensamblar se encuentre centrado y la cámara detecte que no trae la pieza ensamblada y nos envíe la posición a ensamblar.

El proyecto se logró instalar en la línea C de la planta WM de SEM-P, se consiguió su instalación en el tiempo que se había planeado. Su funcionamiento en general es bueno, ya que en la semana de pruebas en línea de producción se detectaron los mayores problemas por los que el ensamble fallaba y estos fueron por algunos errores de posición del robot, que se ajustaron enseguida, otro de los problemas fue el harnees que se levantaba y

estorbada cuando la pieza entraba a la secadora, este problema fue notificado al área de producción y ellos le agregaron un sujetador para que el harnees no estorbara en el ensamble.

Después de resolver los fallos detectados, el sistema de ensamble automático se dejó ensamblando en línea de producción teniendo resultados satisfactorios, además se logró disminuir el ciclo de tiempo de ensamble a un tiempo menor de 11 segundos, lo que beneficia a la línea de producción.

En conclusión se lograron resolver los problemas planteados al inicio del proyecto, se disminuyó un operador en la línea WC y se redujo el tiempo de ciclo de ensamble.

Al tener buenos resultados de este proyecto se comenzara con la integración del mismo proyecto pero ahora para las líneas WA y WB, y se espera añadirle el atornillado del Duct Exhaust, lo que provocaría la disminución de dos operadores y se logra automatizar el ensamble completo de la pieza de Duct Exhaust.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] COPADATA. (2017). *Interfaz Hombre-Máquina HMI*. Obtenido de COPADATA: <https://www.copadata.com/es/soluciones-hmi-scada/interfaz-hombre-maquina-hmi/>
- [2] KUKA - robotics. (26 de 05 de 15). *KUKA Robotics Training Concept*. Obtenido de Europarl: http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/82342/150526_KUKA_RobotTraining.pdf
- [3] Martinez, J. (21 de Febero de 2017). *¿Qué es la automatización?* Obtenido de BLOG SEAS: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/que-es-la-automatizacion/>
- [4] Mitsibishi Electric. (Noviembre de 2017). *Serie System Q - Manual Práctico*. Obtenido de Automatización y control: http://instrumentacionycontrol.net/wp-content/uploads/2017/11/lyCnet_Mitsubishi_Manual_Practico_System_Q-min.pdf
- [5] Mitsubishi Electric. (Noviembre de 2008). *Sistema Q de MELSEC*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/250011805/sendfile4-mitsubishi>
- [6] Mitsubishi Electric. (Abril de 2012). *Servo System Controller*. Obtenido de Mitsubishi support: <https://mx.mitsubishielectric.com/fa/es/support/technical-support/knowledge-base/getdocument/?docid=3E26SJWH3ZZR-38-2438>

- [7] Mitsubishi Electric. (2014). *Curso Básico de GX Works2*. Obtenido de Mitsubishi e-learning: http://www.mitsubishielectric.com/fa/assist/e-learning/pdf/spa/1-GX_Works2_Basics_fod00064_spa.pdf
- [8] Mitsubishi Electric. (2014). *Fundamentos de la serie Q de MELSEC*. Obtenido de Mitsubishi e-learning: http://www.mitsubishielectric.com/fa/assist/e-learning/pdf/spa/1-MELSEC-Q_Basics_fod_spa.pdf
- [9] Mitsubishi Electric. (2014). *PLC CC-Link*. Obtenido de Mitsubishi e-learning: http://www.mitsubishielectric.com/fa/assist/e-learning/pdf/spa/1-CC-Link_fod_spa.pdf
- [10] Mitsubishi Electric. (2015). *Módulo de Movimiento Simple*. Obtenido de Mitsubishi e-learning: http://www.mitsubishielectric.com/fa/assist/e-learning/pdf/spa/4-SIMPLE_MOTION_Module_fod_spa.pdf
- [11] Mitsubishi Electric. (2015). *Q-series basic course*. Obtenido de Mitsubishi manual: http://dl.mitsubishielectric.com/dl/fa/document/manual/school_text/sh081123eng/sh081123enga.pdf
- [12] Murillo, A. (25 de Octubre de 2013). *¿Qué es un PLC?* Obtenido de CTIN: <http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/>
- [13] Román, J. L. (Noviembre de 2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. Obtenido de CODDII: <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/11/Informe-CODDII-Industria-4.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. DISEÑO MECÁNICO

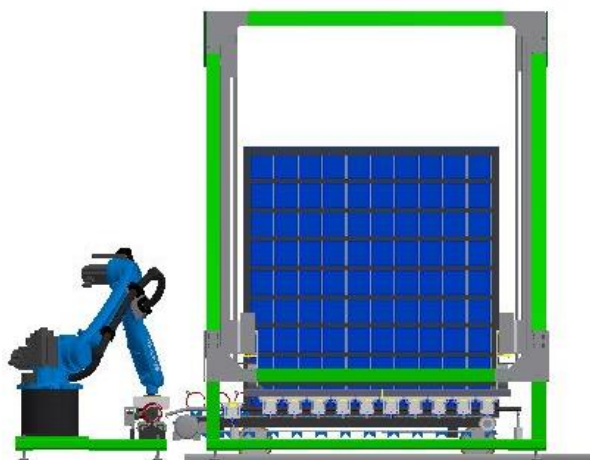


Figura 94. Vista frontal del sistema de ensamble.

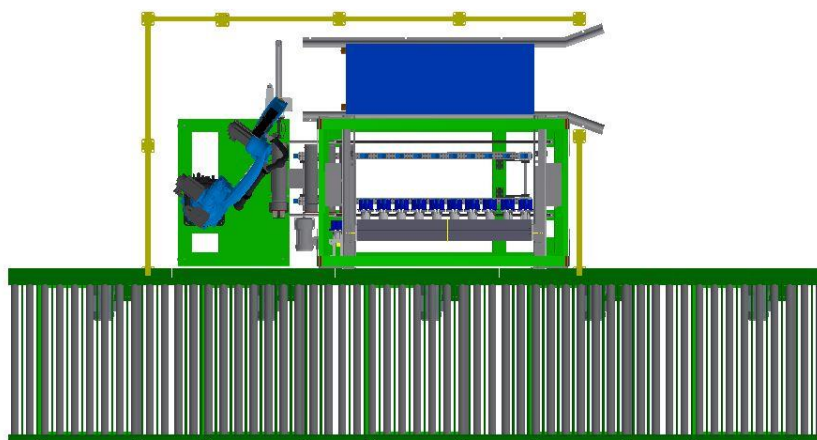


Figura 95. Vista superior del sistema de ensamble.

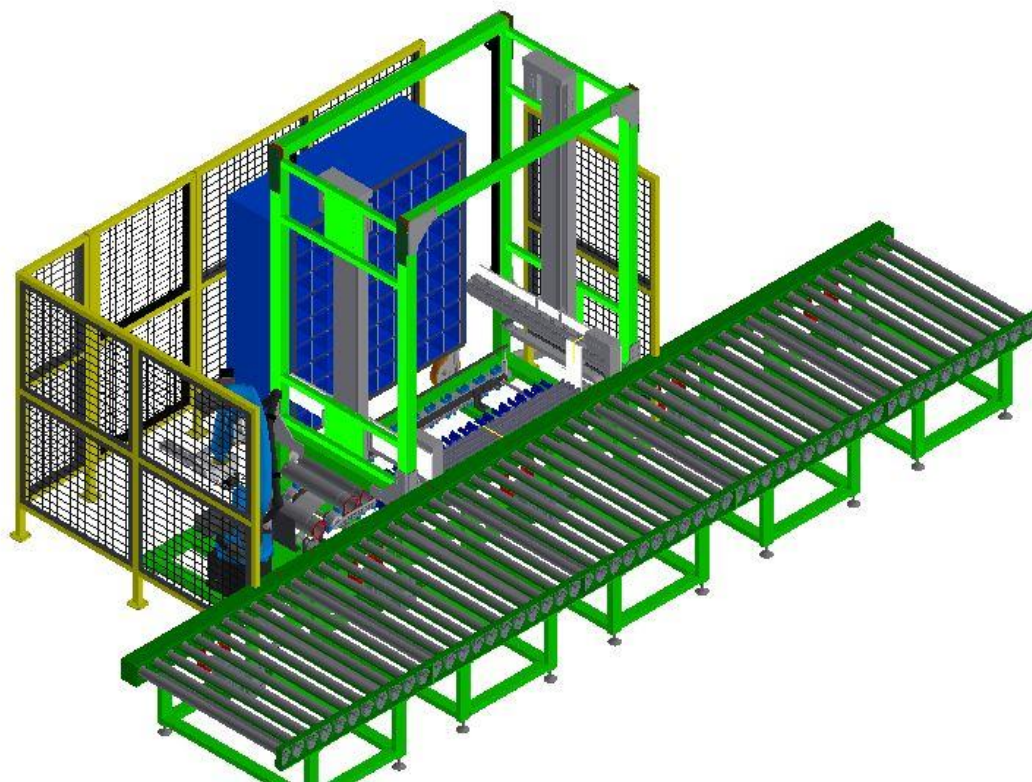


Figura 96. Vista isométrica del sistema de ensamble.

ANEXO 2. UBICACIÓN DE E/S CC-LINK

En las siguientes imágenes se pueden observar la posición en donde se encuentran algunas de las entradas y salidas que se mostraron en las tablas de mapeo anteriores, todas estas señales están conectadas a los módulos de E/S de CC-Link.

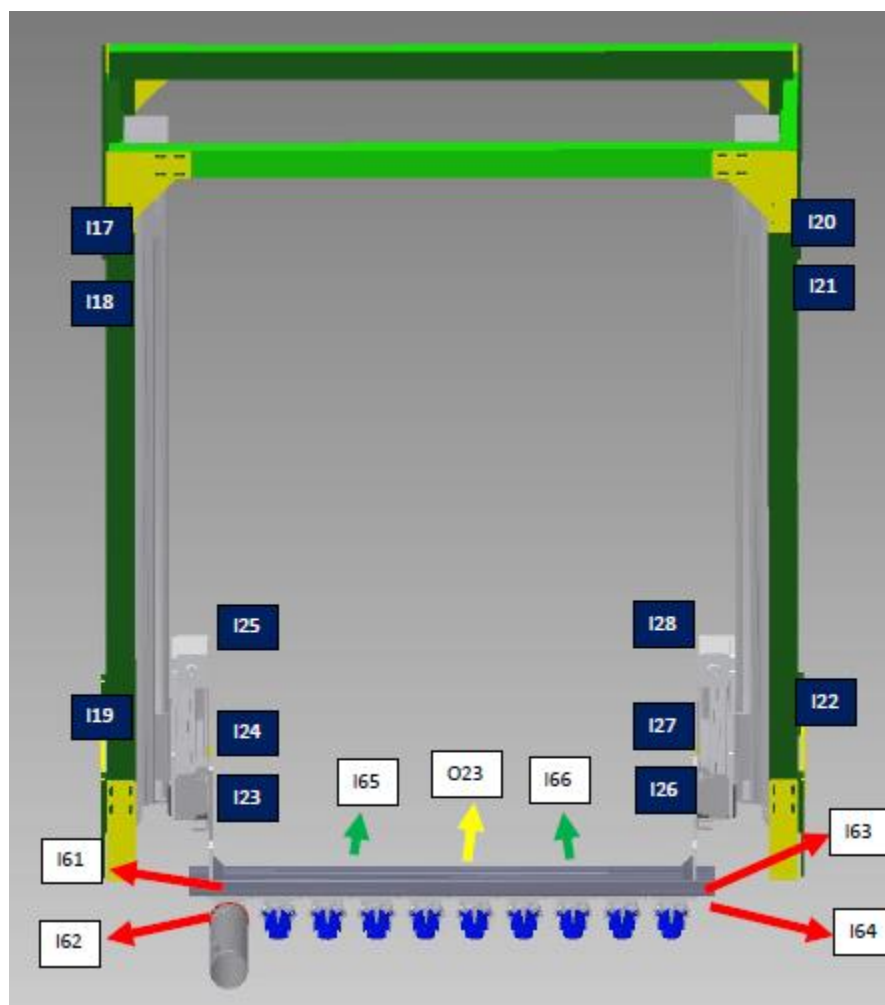


Figura 97. Entradas ubicadas en el sistema de suministro.

I49	X120	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 1
I50	X121	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 1
I51	X122	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 2
I52	X123	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 2
I53	X124	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 3
I54	X125	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 3
I55	X126	MG SENSOR CENTERING DUCT BWD 4
I56	X127	MG SENSOR CENTERING DUCT FWD 4
I57	X128	PX SENSOR CENTERING DUCT 1
I58	X129	PX SENSOR CENTERING DUCT 2
I59	X12A	PX SENSOR CENTERING DUCT 3
I60	X12B	
I61	X12C	MG SENSOR GRIPPER BWD 1
I62	X12D	MG SENSOR GRIPPER FWD 1
I63	X12E	MG SENSOR GRIPPER BWD 2
I64	X12F	MG SENSOR GRIPPER FWD 2

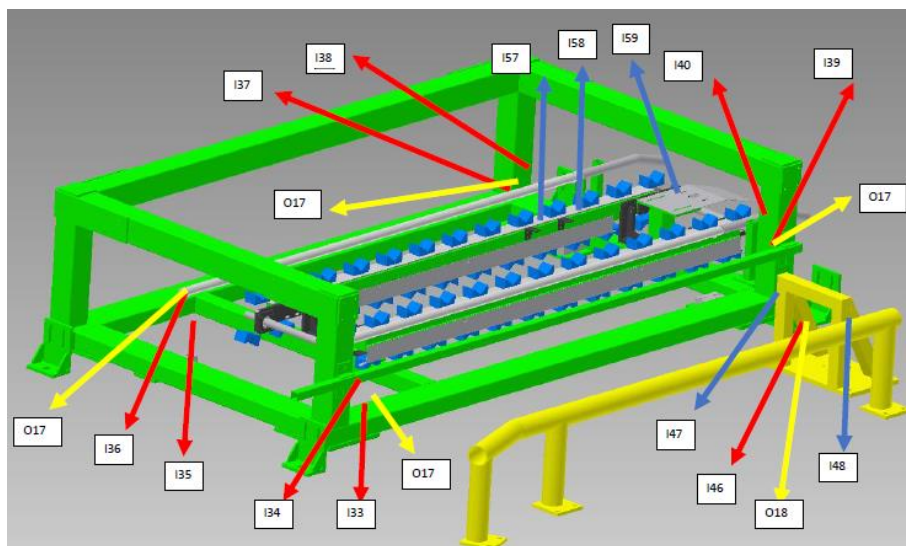


Figura 98. Entradas y salidas en banda transportadora.

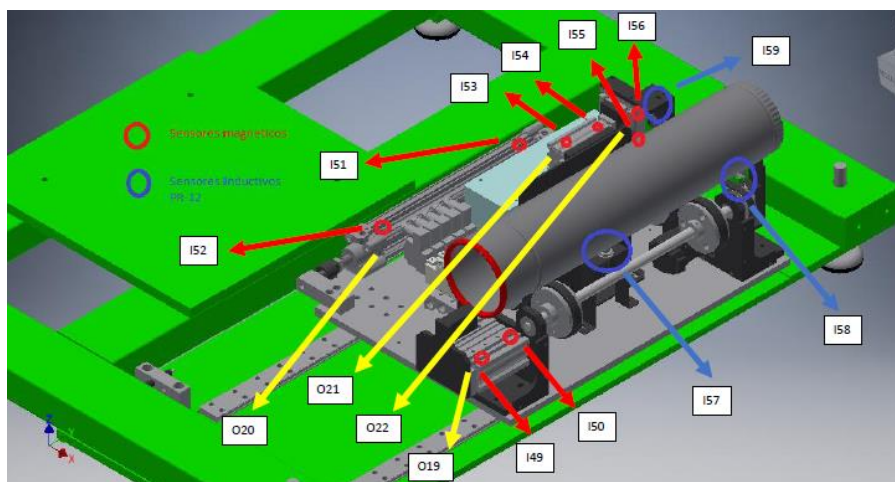


Figura 99. Entradas y salidas en sistema de posicionamiento.

ANEXO 3. LISTA DE MATERIALES

TABLERO DE CONTROL			
	Interruptor trifásico EATON ELECTRIC CLS6-C32/3 32 A		Módulo CPU MITSUBISHI Q03UDV CPU
	Interruptor bifásico EATON ELECTRIC PLS6-C20/2 20 A		Módulo de entradas digitales MITSUBISHI QX40
	Interruptor bifásico EATON ELECTRIC PLS6-C10/2 10 A		Módulo de salidas digitales MITSUBISHI QY10
	Guardamotor SCHNEIDER GV2ME08 2.5 – 4 A		Módulo de posicionamiento MITSUBISHI QD77MS4
	Variador de frecuencia MITSUBISHI E700 FR-E720-050SC		Módulo de posicionamiento MITSUBISHI QD77MS2
	Ethernet Switch TURCK 8 - Port		Módulo CC-Link MITSUBISHI QJ61BT11N
	Relevador SAMWON R4T - YC		Servoamplificador MITSUBISHI MR-J4-70B-RJ
	Noise Filter WYES WYF S06TD		Servoamplificador MITSUBISHI MR-J4-40B-RJ
	Unidad Base MITSUBISHI Q38B		Servoamplificador MITSUBISHI MR-J4-20B-RJ
	Módulo de alimentación MITSUBISHI Q61P		Fuente de alimentación PULS PIANO 24 V DC, 10 A
	Módulo de entrada CC-Link MITSUBISHI AJ65SBTB1-32D		HMI MITSUBISHI GOT 2000
	Módulo de salida CC-Link MITSUBISHI AJ65SBTB1-32T		Torreta Q-LIGHT ST56ELF-3
Eléctricos			

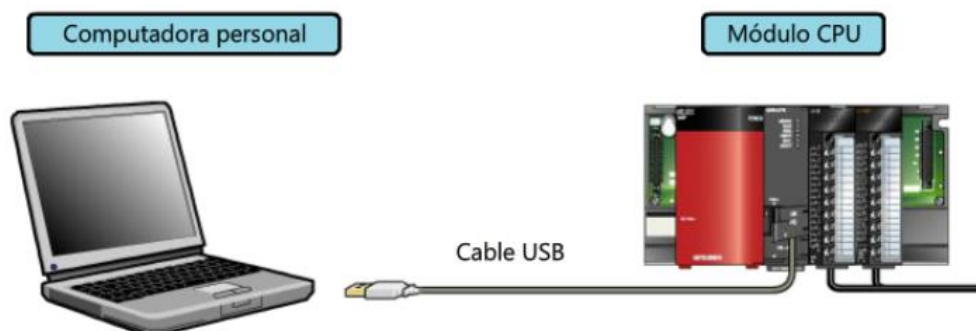
	Sensor de fibra óptica AUTONICS BF3 RX		Sensor magnético SMC D-A93
	EtherCAD BECKHOFF EK110		Sensor fotoeléctrico OMROM EE-SX674
	Sensor proximidad inductivo AUTONICS PR18 – 8DN		Sensor difuso OMROM E3ZG – D61
	Sensor fotoeléctrico OMROM BJ10M – TDT1		Paro de emergencia AUTONICS S2ER – E3RB, RED/NC
	Electroválvula SMC SY7120-5DZ-02		Servomotor DRS DRS120-PL 40 – ST800
Neumáticos			
	Cilindro neumático SMC CP9650DB32-250C		Gripper SMC MHSL3-500
	Cilindro neumático FESTO DNC-32-330-PPV-A		Cilindro neumático clamp SMC MK2TB63-50RN
	Cilindro neumático SMC MGPM16-50Z		Cilindro neumático SMC MGPM12-50Z

Tabla 24. Lista de materiales.

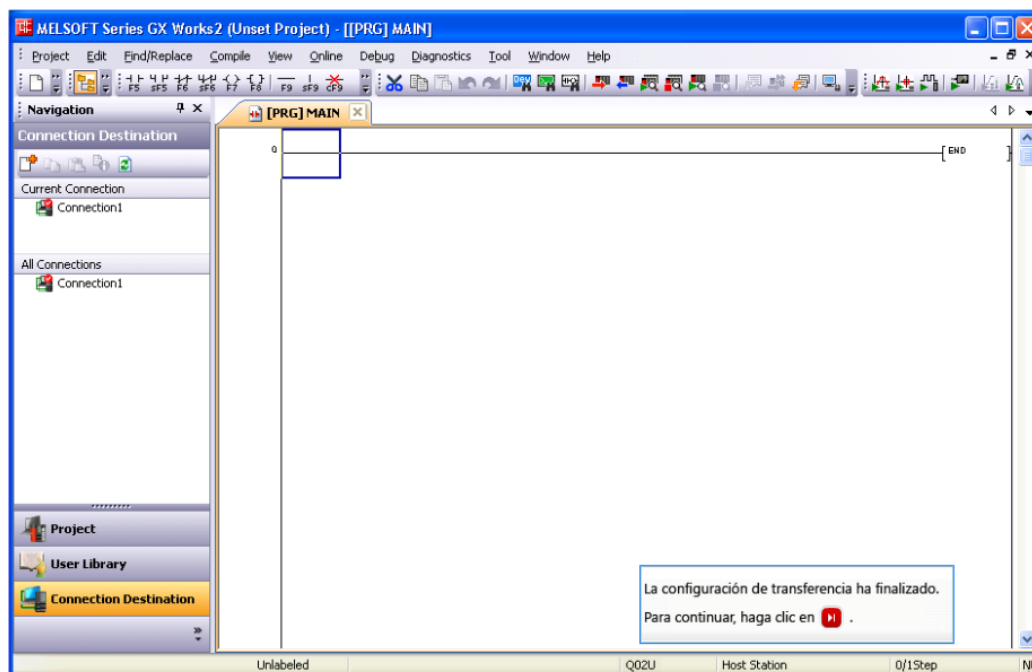
ANEXO 4. MANUAL BÁSICO PLC MITSUBISHI

1. Conexión del módulo CPU a la computadora personal.

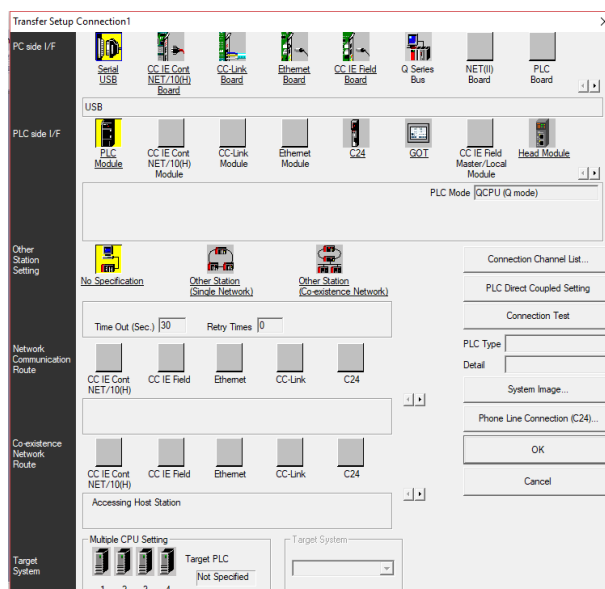
Conecte el cable USB entre el módulo CPU y el puerto USB de la computadora personal.



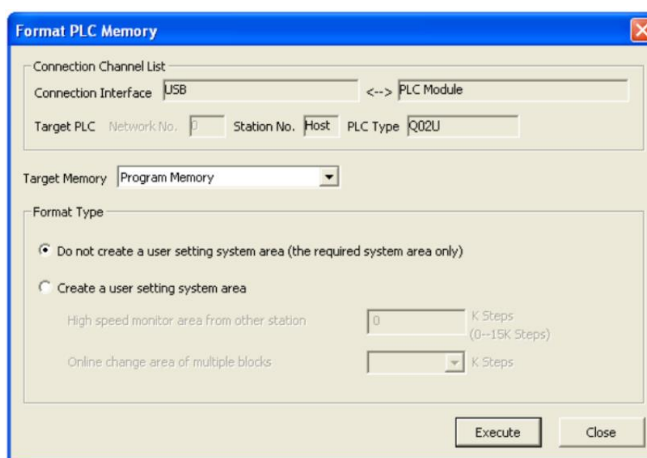
Después de conectar el módulo CPU a la computadora personal, configure la conexión entre GX Works2 y el sistema PLC. Tenga en cuenta que para establecer la comunicación no basta solo con conectar los dispositivos con el cable USB.

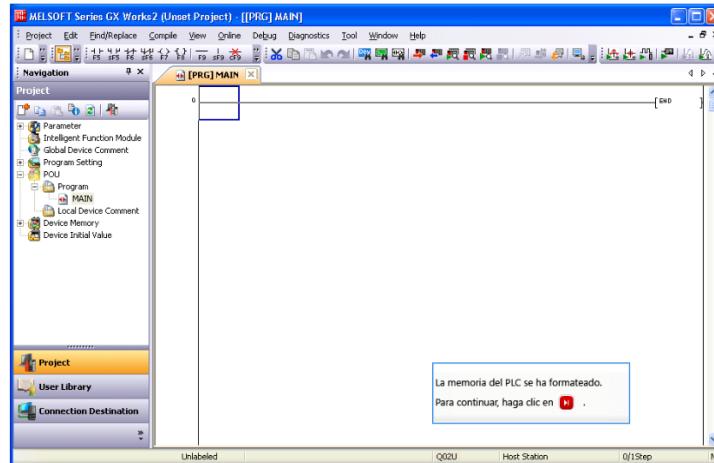


Utilice **Transfer Setup** para configurar la transferencia. A continuación se muestra un ejemplo de la ventana Transfer Setup.



Una vez finalizada la configuración de transferencia, GX Works2 estará listo para comunicarse con el módulo CPU. Continúe con el formateo de la memoria en el módulo CPU utilizando **Format PLC Memory** de GX Works2. A continuación se muestra un ejemplo de la ventana **Format PLC Memory**.



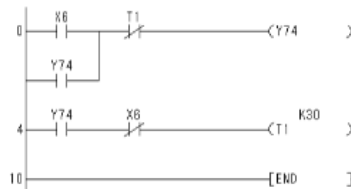


2. Programa de control

Las operaciones ejecutadas por un controlador programable se escriben como programa de control. Estos programas están registrados en el módulo de CPU, que controlan varias señales de entrada y salida (E/S).

Los lenguajes de programación que se utilizan para los controladores programables incluyen Lenguaje de escalera.

Un programa en escalera es un diagrama lógico basado en circuito eléctrico. En los programas en escalera, los símbolos que representan instrucciones están conectados con líneas, similares a un diagrama de circuito, y el flujo de operaciones se reconoce con facilidad.



La serie MELSEC iQ usa diferentes formatos para expresar los números de dispositivos. La siguiente tabla resume las diferencias.

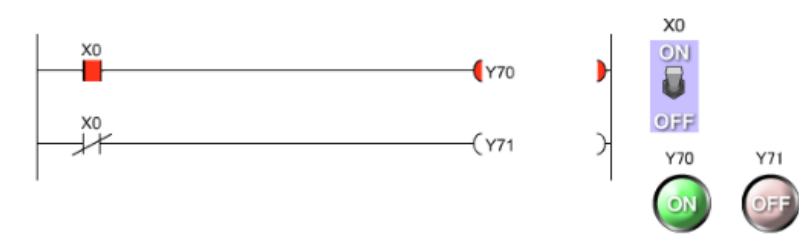
Serie MELSEC	Bit		Palabra	
	X (número de entrada)	Y (número de salida)	M (relé interno)	D (registro de datos)
Serie iQ-R/Q/L	Hexadecimal	Hexadecimal	Decimal	Decimal
Serie iQ-F/F	Octal	Octal	Decimal	Decimal

3. Condiciones de entradas y salidas

Los contactos normalmente abierto (NO) y normalmente cerrado (NC) se utilizan como condiciones de entrada. Cuando se cumplen las condiciones de entrada, se emite como salida la instrucción de salida a bobina (instrucción OUT). Cuando no se cumplen las condiciones de entrada, no se emite la instrucción de salida de bobina. La instrucción de contacto NO/NC y la instrucción OUT son la combinación de instrucciones principal utilizada en los programas de control.

■ Programa en escalera y operación

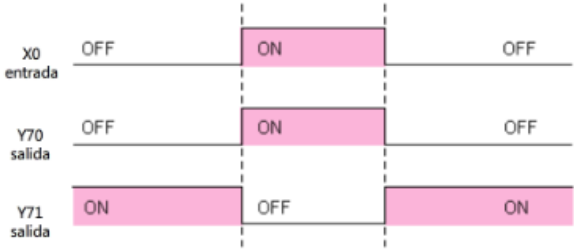
Simule la operación de las instrucciones NO, NC y OUT haciendo clic en el interruptor de entrada que se muestra a la derecha.



■ Códigos de instrucción y funciones

Símbolo	Función
	Contacto NO Conducido cuando el estado del dispositivo es ON (ENCENDIDO).
	Contacto NC Conducido cuando el estado del dispositivo es OFF (APAGADO) (opuesto al contacto NO).
	Salida de bobina (OUT) Cuando se cumple la condición de entrada precedente, se emiten los datos en el dispositivo preestablecido.
	Instrucción de fin (END) Indica el fin de un programa. Los programas requieren una instrucción END.

■ Diagrama de sincronización



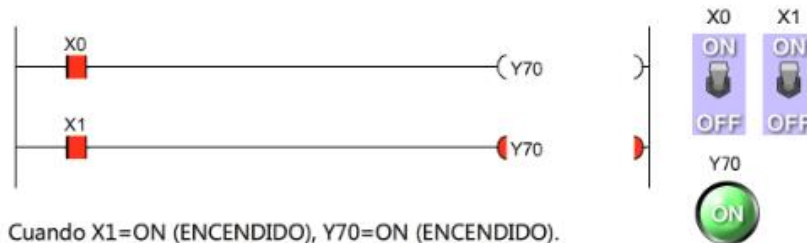
4. Uso del mismo número de dispositivo para las instrucciones

En un peldaño de escalera, se puede usar solo una instrucción OUT con un número de dispositivo. Si se usa más de una instrucción OUT con el mismo número de dispositivo, solo es válida la última instrucción OUT y se vuelve inválida a la primera instrucción OUT.

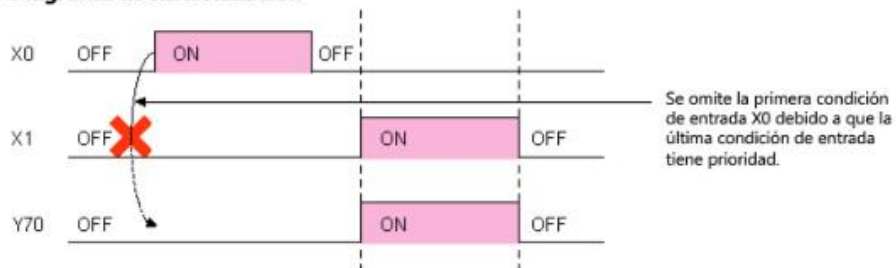
■ Programa en escalera

Simule la operación de dos instrucciones que tengan el mismo número de dispositivo haciendo clic en el interruptor de entrada que se muestra a la derecha.

Este tipo de uso (usar OUT Y70 para dos instrucciones) se llama "bobina duplicada".



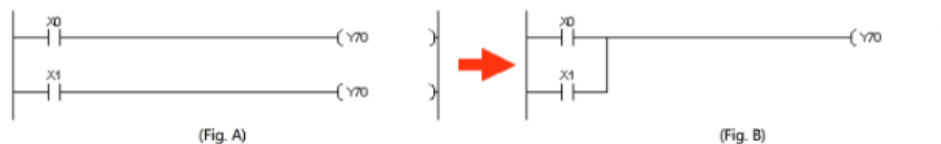
■ Diagrama de sincronización



■ Ejemplo de corrección

En este ejemplo, la condición de entrada "X1" tiene mayor prioridad, y se omite a "X0".

Al corregir el peldaño de escalera para que quede como el que está en la Fig. B, el dispositivo Y70 se pone en ON (ENCENDIDO) cuando se cumple cualquiera de las dos condiciones de entrada y así se evita un conflicto entre las dos instrucciones OUT.

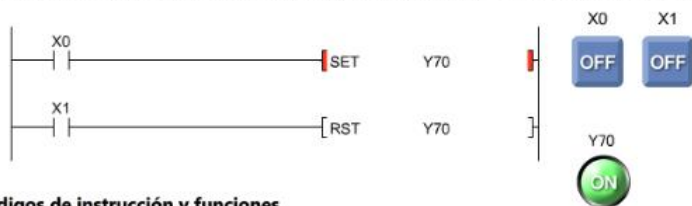


5. Retención/cancelación de salidas

A diferencia de la instrucción OUT, la instrucción de retención de operación (instrucción SET) retiene el estado de una salida incluso si no se cumple la condición de entrada.
Para cancelar la salida (OFF/APAGADO) se puede ejecutar una instrucción de cancelación de retención de operación (instrucción RST).

■ Programa en escalera y operación

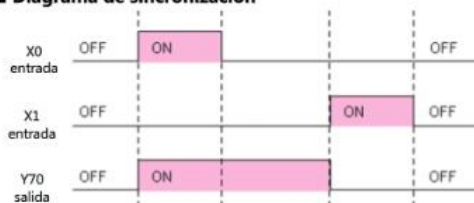
Simule la operación de las instrucciones SET y RST haciendo clic en los interruptores de entrada que se muestran a la derecha.



■ Códigos de instrucción y funciones

Símbolo	Función
	Instrucción de retención de operación (SET) Pone en ON (ENCENDIDO) al dispositivo, y retiene el estado ON (ENCENDIDO) (salida). La salida se retiene incluso si se deja de cumplir la condición de entrada.
	Instrucción de cancelación de la retención de una operación (RST) Cancela el estado ON (ENCENDIDO), y cancela la salida al dispositivo especificado.

■ Diagrama de sincronización



6. Diferencias entre las instrucciones OUT SET

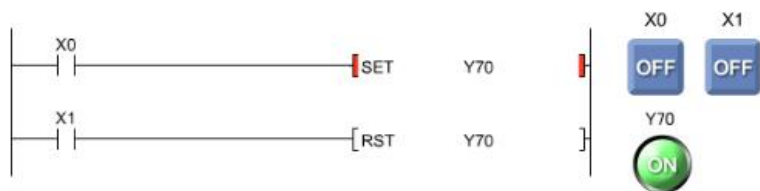
Simule las diferencias operativas entre las instrucciones OUT y SET haciendo clic en los interruptores de entrada que se muestran a la derecha.

■ Instrucción OUT



Y70 está en ON (ENCENDIDO) cuando se cumple la condición de entrada.

■ Instrucciones SET/RST

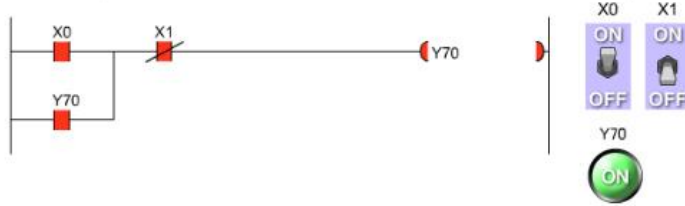


Una vez que se cumple la condición de entrada, Y70 está ON (ENCENDIDO) hasta que se ejecute la instrucción RST.

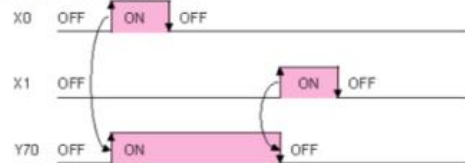
7. Reemplazo de las escaleras de retención con instrucción SET

Programa en escalera y operación

Simule la operación de la escalera de retención haciendo clic en los interruptores de entrada que se muestran a la derecha.



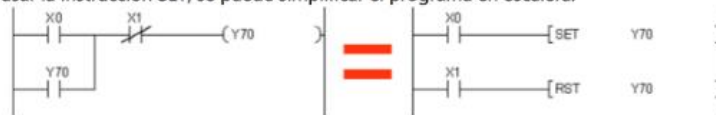
Cuando X0=ON (ENCENDIDO) y X1=OFF (APAGADO), Y70=ON (ENCENDIDO).
Y70 = ON (ENCENDIDO) (retención) hasta que X1=ON (ENCENDIDO).

■ Diagrama de sincronización

Incluso después de que X10 se esté en OFF (APAGADO), Y70 (bobina) se mantiene ON (ENCENDIDO) (retención)

■ Reemplazo con instrucción SET

Los programas de retención en escalera pueden reescribirse como programas en escalera con una instrucción SET.
Al usar la instrucción SET, se puede simplificar el programa en escalera.



8. Adición de condiciones (lógica AND)

Para tener una lógica AND, los contactos NO/NC se colocan en series.

En una lógica AND, la condición se cumple cuando más de dos contactos NO/NC, que están conectados en serie, están en ON (ENCENDIDO).

■ Programa en escalera y operación

Simule la operación de la lógica AND haciendo clic en los interruptores de entrada que se muestran a la derecha.



Cuando X0 y X1 están en ON (ENCENDIDO), Y70 está en ON (ENCENDIDO).

Cuando X2 está en ON (ENCENDIDO) y X3 está en OFF (APAGADO), Y71 está en ON (ENCENDIDO).

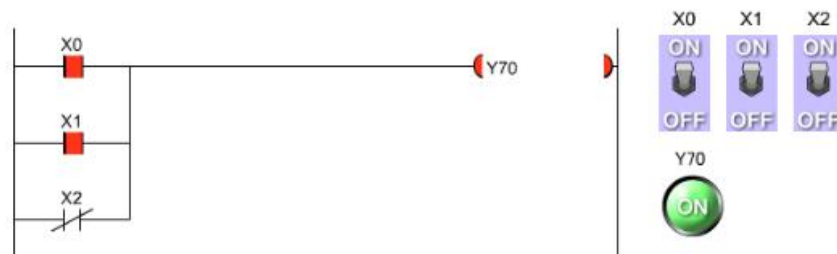
9. Adición de condiciones (lógica OR)

Para tener una lógica OR, los contactos NO/NC se colocan en paralelo.

En una lógica OR, la condición se cumple cuando uno de los contactos NO/NC, que están conectados en paralelo, está en ON (ENCENDIDO).

■ Programa en escalera y operación

Simule la operación de la lógica OR haciendo clic en los interruptores de entrada que se muestran a la derecha.



Y70 está en ON (ENCENDIDO) cuando se cumple cualquiera de las siguientes condiciones: X0 está en ON (ENCENDIDO), X1 está en ON (ENCENDIDO) o X2 está en OFF (APAGADO).

10. Salida como pulsos

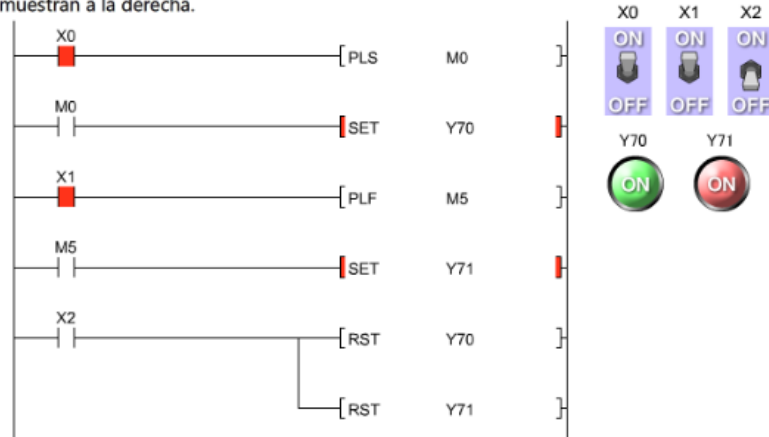
A diferencia de la instrucción OUT, una instrucción de flanco ascendente (instrucción PLS) enciende la bobina en ON para un escaneo luego de que se cumpla la condición de entrada.

A diferencia de la instrucción PLS, una instrucción de flanco descendente (instrucción PLF) enciende la bobina en ON para un escaneo luego de que se deja de cumplir la condición de entrada.

La bobina que se puso en ON (ENCENDIDO) por medio de la instrucción PLS/PLF vuelve a OFF (APAGADO) tras un escaneo.

■ Programa en escalera y operación



Simule la operación de las instrucciones PLS y PLF haciendo clic en los interruptores de entrada que se muestran a la derecha.



En el flanco ascendente de X0 (OFF/APAGADO a ON/ENCENDIDO), M0 se vuelve ON (ENCENDIDO) por 1 escaneo

En el flanco descendente de X1 (ON/ENCENDIDO a OFF/APAGADO), M5 se vuelve ON (ENCENDIDO) por 1 escaneo

■ Códigos de instrucción y funciones

Símbolo	Función
	Salida en el flanco ascendente (PLS) Los datos se emiten a un dispositivo especificado en el primer escaneo tras cumplir la condición de entrada.
	Salida en el flanco descendente (PLF) Los datos se emiten a un dispositivo especificado en el primer escaneo luego de que se deja de cumplir la condición de entrada.

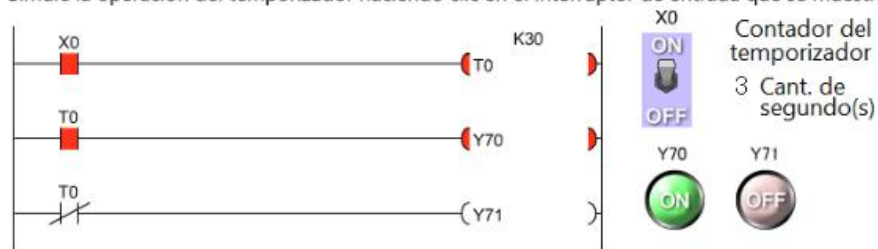
11. Medición del tiempo

Para la medición del tiempo, se utilizan una instrucción OUT y un dispositivo temporizador (T). Cuando se cumple la condición de entrada (ON/ENCENDIDO), se inicia la medición del tiempo. Cuando el período de tiempo alcanza un valor especificado, el dispositivo temporizador (T) se pone en ON (ENCENDIDO). Si no se cumple la condición de entrada (OFF/APAGADO) o el dispositivo temporizador (T) se restablece con la instrucción RST, se inicializan el tiempo transcurrido y la salida.

El estado del dispositivo temporizador (T) se puede usar como condición de entrada en otras partes del programa.

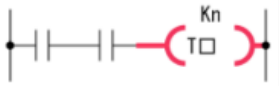
■ Programa en escalera y operación

Simule la operación del temporizador haciendo clic en el interruptor de entrada que se muestra a la derecha.

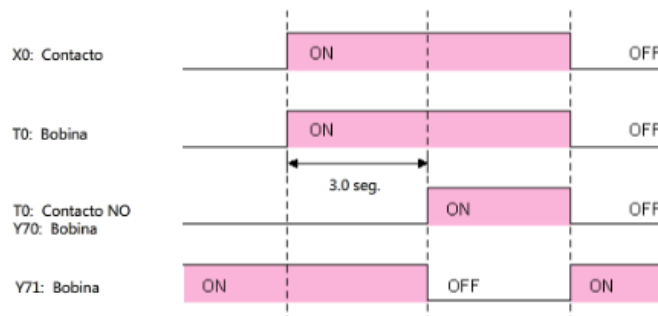


X0 se pone en ON (ENCENDIDO), luego tras 3 segundos, Y70 se pone en ON (ENCENDIDO) y Y71 se en OFF (APAGADO).

■ Código de instrucción y función

Símbolo	Función
	Operación del temporizador El dispositivo temporizador (T) se utiliza con una salida de bobina (OUT) para medir por cuánto tiempo se cumple una condición (estando en ON/ENCENDIDO). Ocurre un timeout luego de un período de tiempo especificado. Junto con el timeout, el temporizador (T0) se pone en ON (ENCENDIDO). El valor de ajuste del temporizador está indicado por "Kn" (n: decimal). Los temporizadores se utilizan con frecuencia como un tiempo de retardo, que especifican el tiempo luego de que se cumple cierta condición.
□ : Número de dispositivo	

■ Diagrama de sincronización



12. Contadores

Para un contador, se utilizan una instrucción OUT y un dispositivo contador (C).

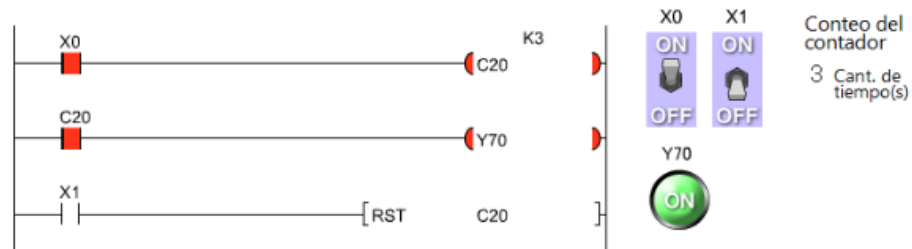
Cuando se cumple una condición de entrada, el contador aumenta, y cuando el contador alcanza un valor específico, el dispositivo contador especificado (C) se pone en ON (ENCENDIDO).

Si el dispositivo contador (C) se restablece con la instrucción RST, se inicializan el contador y el estado del dispositivo.

El estado del dispositivo contador (C) se puede usar como condición de entrada en otras partes del programa.

■ Programa en escalera y operación

Simule la operación del contador haciendo clic en el interruptor de entrada que se muestra a la derecha.

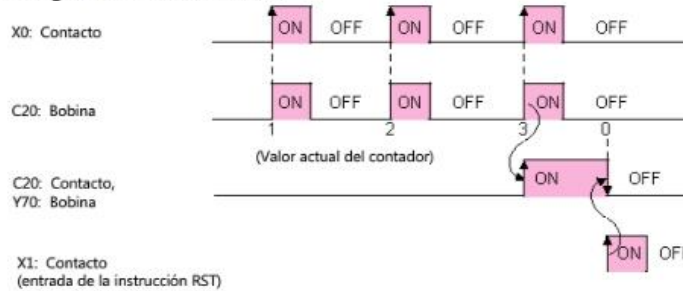


El valor en C20 se incrementa cada vez que X0 se pone en ON (ENCENDIDO). Cuando el contador llega a 3 (fin del contador), Y70 se pone en ON (ENCENDIDO):

■ Código de instrucción y función

Símbolo	Función
 □ : Número de dispositivo	Contador Combinado con una salida de bobina (OUT), el contador suma (de a uno) el número de veces que se cumple la condición. El fin del recuento ocurre cuando el contador alcanza el número especificado, y el contacto del contador se pone en ON (ENCENDIDO). El valor de ajuste del contador está indicado por "Kn" (n: decimal).

■ Diagrama de sincronización



ANEXO 5. PROGRAMA PRINCIPAL DE PLC DEL PROYECTO

